



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria de l'Energia

**Auditoria energètica i propostes de millora amb
energies renovables en una empresa del sector
automobilístic**



Memòria

Autor: Gerard Puig Fenés
Director: Josep López López
Convocatòria: Juny 2017

Resum

En aquest treball s'exposa un estudi d'eficiència energètica en una empresa del sector de l'automoció, SOME S.A., constant dels tres punts bàsics de qualsevol d'aquests estudis:

1. Anàlisi de la instal·lació actual: on es recopilen totes les dades referents als diversos consums de l'empresa, passant des de la conformació d'un llistat amb els consums de la mateixa, desglossat per maquinària i tipus, fins a l'estudi de les diferents factures energètiques.
2. Detecció dels principals punts de consum, alhora que s'identifiquen les no conformitats amb la normativa actual aplicable.
3. Proposta de millores per les diferents instal·lacions per tal d'aconseguir un estalvi energètic òptim, capaç de justificar la inversió. Per altra banda, en el cas de trobar no conformitats en alguna instal·lació s'hauran d'aplicar les mesures corresponents, siguin o no rendibles. Per tant es realitzarà un estudi econòmic de cadascuna d'aquestes mesures per tal de justificar la seva implantació.

El marc general d'aquest treball serà aconseguir un estalvi energètic per l'empresa, per tal de que aquesta es beneficiï d'un estalvi econòmic tot vetllant per implementar mesures que alhora beneficiïn el medi ambient. Així doncs, s'estudiarà la viabilitat d'implementar un sistema de generació d'energia elèctrica a partir d'energia solar fotovoltaica i/o un sistema de generació eòlica, juntament amb un estudi de viabilitat per implementar un sistema de generació d'energia tèrmica per ACS i clima a partir d'un sistema de captació solar tèrmica i/o una caldera de biomassa.

Resumen

En este trabajo se expone un estudio de eficiencia energética en una empresa del sector de la automoción, SOME S.A., desarrollando los tres puntos básicos de cualquiera de estos estudios:

1. Análisis de la instalación actual: donde se recopilan todos los datos referentes a los diversos consumos de la empresa, pasando des de la conformación de un listado con los consumos identificados de la misma, desglosados por máquina y tipo, hasta el estudio de las diferentes facturas eléctricas.
2. Detección de los principales puntos de consumo, a la vez que se identifican las no conformidades con la normativa actual aplicable.
3. Propuesta de mejoras para las diferentes instalaciones para conseguir un ahorro energético óptimo, capaz de justificar la inversión. Por otro lado, en el caso de encontrar no conformidades en alguna instalación se deberán aplicar las medidas correspondientes, sean o no rentables. Por consiguiente, se realizará un estudio económico de todas la medidas con el fin de justificar su implantación.

El trabajo se desarrollará con el principal fin de conseguir un ahorro energético para la empresa en cuestión, para que esta se pueda beneficiar de un ahorro económico, a la vez que con las mismas medidas se favorece al medio ambiente. Por consiguiente, se estudiará la viabilidad de implementar un sistema de generación de energía eléctrica a partir de un sistema de captación de energía solar fotovoltaica y/o un sistema de generación eólica, a la vez que, se estudia la viabilidad de implementar un sistema de generación de energía térmica para ACS y climatización a partir de un sistema de captación solar térmica y/o una caldera de biomasa.

Abstract

This work explains an energetic efficiency study in an automobilist business, SOME S.A., developing the three basic points of anyone of these studies:

1. Analysis of actual installation: in this point I collect all consumption's data of that business, from the formation of a listing with the electrical consumptions, disaggregated for machine and type, to the study of the different electrical bill.
2. Detection of principal consumption points, in the same time when I compare the no conformities with the actual normative.
3. Proposal about improvements for the different installations to take an energetic saving, capable of justifying the inversion. At the case where I found no conformities at one installation we must to apply the corresponding measures, whether or not profitable. Therefore, I realize an economical study of all measures with the intention of justify they implantation.

This work will be developed with the principal object to take an energetic saving for the business, and to take an economic saving too, with that work the natural environment will be benefit too. So, I will study the viability to implement an electrical generation system from solar photovoltaic's and/or a wind system generation, while I study the viability to implement a generation system of thermal energy for hot water and air condition from a solar thermal system and/or biomass boiler.

Agraïments

En primer lloc agrair a tots els meus companys de feina de SOME amb el suport en la recerca d'informació i l'acolliment ofert pels mateixos, fent-me passar un any laboral del més agradable al seu costat.

En segon lloc a la meva família que ha patit els meus dalt hi baixos causats per la meva involucració en el projecte.

En tercer lloc al meu tutor del treball Josep López López que m'ha donat suport i m'ha guiat en l'elaboració d'aquest mateix document.

Finalment agrair a les següents entitats per donar-me suport en les diferents tasques del projecte:

- Enginyeria Colomers i Rifà per a proporcionar-me la memòria d'algunes instal·lacions de SOME.
- Incotec per proporcionar-me la informació legal suficient per recolzar les subvencions per canvi d'enllumenat a partir d'ofertes estatals.



Índex

Resum	2
Resumen	3
Abstract.....	4
Agraïments	6
1. Prefaci.....	21
1.1. Origen del treball	21
2. Introducció	22
2.1. Objectius del treball.....	22
2.2. Abast del treball.....	22
2.3. Empresa d'estudi	23
3. Legislació actual	24
3.1. Auditories energètiques	24
3.2. Enllumenat adient.....	26
3.3. Gasos d'efecte hivernacle.....	33
3.4. Altres normatives aplicables.....	35
3.4.1. Instal·lacions tèrmiques i frigorífiques	35
3.5. Energies renovables.....	36
3.5.1. Energia solar fotovoltaica	36
Autoconsum	36
Balanç net.....	41
Vehicles elèctrics.....	43
3.5.2. Energia solar tèrmica.....	44

3.5.3.	Energia eòlica.....	49
3.5.4.	Energia tèrmica a partir de la biomassa.....	50
4.	Anàlisi de consums elèctrics	51
4.1.	Anàlisi de les factures elèctriques durant l'últim any	51
4.2.	Consum de la maquinària	57
4.2.1.	Identificació dels consums existents.....	57
4.3.	Consum de l'enllumenat.....	82
4.4.	Consum de climatització.....	84
4.4.1.	Instal·lació actual	84
4.5.	Consum dels sistemes de compressió.....	89
4.5.1.	Definició de la instal·lació	89
4.5.2.	Característiques dels aparells.....	89
4.5.3.	Xarxa de distribució d'aire.....	90
4.6.	Altres consums.....	91
4.7.	Anàlisi global de consums.....	92
5.	Anàlisi de consum d'altres energies	96
5.1.	Anàlisi de factures de gasoil i aigua	96
5.2.	Consum de Gasoil per a la climatització de la zona de producció	98
6.	Qualificació energètica de la nau industrial.....	101
7.	Implantacions de millora proposades	104
7.1.	Reducció de la potència contractada i/o canvi de companyia	104
7.2.	Implantacions en maquinària	106
7.2.1.	Propostes per la instal·lació de desengreix.....	106
7.2.2.	Propostes per la màquina de desbarbar espiral.	107

7.2.3.	Propostes per la Soldadura Premsa	109
7.2.4.	Implantació d'un sistema de parada automàtica	109
7.3.	Implantacions en enllumenat.....	112
7.3.1.	Estudis específics de cada enllumenat.....	117
7.3.2.	Estudi millora instal·lació lumínica a oficines.....	123
7.3.3.	Simulació amb Dialux	125
7.3.4.	Estudi amb valors reals.....	126
7.3.5.	Estudi de viabilitat econòmica	130
	Altres costos associats al canvi d'enllumenat	132
7.4.	Implantacions en clima.....	134
7.4.1.	Definició d'espais envers les necessitats climàtiques de cadascun:.....	134
	Descripció arquitectònica de l'edifici.....	134
	Característiques de l'edifici.....	134
7.4.2.	Determinació dels tancaments i càlcul de Kg	136
7.4.3.	Càlcul de les pèrdues.....	139
	Pèrdues per transmissions:.....	139
	Pèrdues per infiltracions:.....	140
7.4.4.	Implantacions de millora.....	142
	Canvi PUH-MYC.....	142
	Canvi de la resta d'elements que utilitzin el refrigerant R22.	142
	Canvi de les calderes.....	143
	Estudi de cooperació entre l'ajuntament de Sant Quirze de Besora i SOME per a l'aprofitament de la biomassa restant dels boscos de la zona	147
7.4.5.	Estudi de viabilitat econòmica	148

Implantació 1: Canvi d'elements de refrigeració amb R22	148
Implantació 2: Canvi de la caldera	149
7.5. Implantació d'una instal·lació solar fotovoltaica.....	151
7.5.1. Estudi de la captació solar per m ²	151
7.5.2. Metodologia de càlcul	152
7.5.3. Anàlisi de resultats	157
7.5.4. Sistema escollit	160
7.5.5. Simulació de la instal·lació.....	165
7.5.6. Estudi de viabilitat econòmica	166
7.6. Implantació d'una instal·lació solar tèrmica.....	170
7.6.1. Característiques de la instal·lació	170
Dimensionat de la superfície de captació i nombre de captadors.....	171
Sistema d'acumulació	177
Fluid de treball	178
7.6.2. Simulació de la instal·lació.....	179
7.6.3. Estudi de viabilitat econòmica	180
7.7. Implantació d'una instal·lació eòlica	184
7.7.1. Dades meteorològiques	184
7.7.2. Dimensionament de la instal·lació	185
7.7.3. Estudi de viabilitat econòmica	186
7.8. Implantació de places de pàrquing amb punts de càrrega per vehicles elèctrics	188
8. Diagrama de Gantt	190
9. Impacte ambiental	191
10. Conclusions	194

11.	Anàlisi econòmic	196
11.1.	Cost enginyeria	196
11.2.	Anàlisi econòmic global del projecte.....	197
12.	Bibliografia	200

Índex de Figures

Figura 1.- Necessitats lumíniques per espai. Font: Pròpia.	29
Figura 2.- Esquema de la interpretació del balanç net. Font: Pròpia.	43
Figura 3.- Taula del CTE del caudal mínim instantani per cada tipus d'element de consum d'ACS. Font: CTE, RD 310/2006	45
Figura 4.- Zona climàtica en el municipi de Sant Quirze de Besora,próxim a Vic. Font: "Zonas Climáticas Detalladas por el CTE en Función de la Radiación SolarFitxer"	46
Figura 5.- Litres/dia segons la zona climàtica. Font: "Decreto de la Generalitat sobre Ecoeficiencia en Edificios Fitxer"	47
Figura 6.- Pèrdues per ombres. Font: CTE DB HE-4	47
Figura 7.- Valors aconsellats d'inclinació. Font:RITE.....	48
Figura 8.- Factor de correcció para una inclinació donada. Font: "Tablas y Ábacos para el Cálculo de Pérdidas de Carga en Instalaciones de ACS Fitxer"	48
Figura 9.- Distinció dels períodes horaris segons mes i hora. Font: http://comparadorluz.com/empresas/tarifas-6-periodos	53
Figura 10.- Desglossament de costos anuals factura.	56
Figura 11.- Consum mensual secció 501. Font: pròpia.....	62
Figura 12.- Consum mensual secció 502. Font: pròpia.....	62
Figura 13.- Consum mensual secció 503. Font: pròpia.....	63
Figura 14.- Consum mensual secció 504. Font: pròpia.....	63
Figura 15.- Consum mensual secció 505. Font: pròpia.....	64
Figura 16.- Consum mensual secció 514. Font: pròpia.....	64
Figura 17.- Consum anual en repòs secció 501. Font: pròpia	65
Figura 18.- Consum anual picant secció 501. Font: pròpia	66
Figura 19.- Consum anual en repòs secció 502. Font: pròpia	67

Figura 20.- Consum anual picant secció 502. Font: pròpia	67
Figura 21.- Consum anual en repòs secció 503. Font: pròpia	68
Figura 22.- Consum anual picant secció 503. Font: pròpia	69
Figura 23.- Consum anual en repòs secció 504. Font: pròpia	70
Figura 24.- Consum anual picant secció 504. Font: pròpia	70
Figura 25.- Fotografia d'un mòdul de la plegadora Triumph (centre de treball 9920).....	71
Figura 26.- Consum anual en repòs secció 505. Font: pròpia	72
Figura 27.- Consum anual picant secció 505. Font: pròpia	73
Figura 28.- Fotografia Làser Prima.....	74
Figura 29.- Consum anual en repòs secció 514. Font: pròpia	76
Figura 30.- Consum anual picant secció 514. Font: pròpia	76
Figura 31.- Cost del consum total dels centres de treball en repòs. Font: pròpia	78
Figura 32.- Cost del consum total dels centres de treball picant. Font: pròpia	79
Figura 33.- Consum anual per model de climatització	87
Figura 34.- Desglossament de costos de forma percentual	95
Figura 35.- Fotografia d'un dels mòduls de la màquina desbarbar en espiral.....	108
Figura 36.- Fotografia de la premsa excèntrica 500 TN (centre de treball 5000).	110
Figura 37.- Comparació de les diferents opcions segons el VAN i el temps de retorn	122
Figura 38.- Comparació del VAN i el temps de retorn en totes les opcions ofertades.....	129
Figura 39.- Comparació del rendiment i la potència real de l'enllumenat ofertat	130
Figura 40.- Mapa satèl·lit del la ubicació de la planta solar, en el programa PVGIS. Font: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php	151
Figura 41.- Gràfica de la captació solar en W/m^2 al Gener funció de les hores del dia.	157
Figura 42.- Gràfica de la captació solar en W/m^2 al Juliol funció de les hores del dia.....	158

Figura 43.- Gràfica de la captació solar acumulada en W/m^2 per dia tipus mensual per seguiment N-S i E-O.	159
Figura 44.- Gràfica de l'energia generada mensualment contra l'energia aprofitada.	164
Figura 45.- Gràfica de l'energia elèctrica demandada mensualment contra l'aprofitada.....	165
Figura 46.- Esquema del càlcul de la distància mínima entre les files de col·lectors. Font: http://eliseosebastian.com/	176
Figura 47.- Esquema del circuit de captadors i el seu connectat.	177
Figura 48.- Funció de relació del volum d'acumulació en funció de la temperatura.	177
Figura 49.- Percentatge de propilenglicol en funció de la temperatura de congelació.....	178
Figura 50.- Aportació solar i auxiliar en funció de la demanda mensual. Font: CHEQ4.2	180
Figura 51.- Gràfic de la dedicació setmanal de l'enginyeria i hores acumulades.	197

Índex de Taules

Taula 1.- Intensitat lumínica necessària a treball i tractament de metalls	26
Taula 2.- Intensitat lumínica necessària a oficines	27
Taula 3.- Intensitat lumínica necessària a zones de tràfic i àrees comuns	28
Taula 5.- Valor eficiència energètica de la instal·lació límit	31
Taula 6.- Potència màxima instal·lada segons superfície	31
Taula 7.- Preu fix associat a ordre de tancament	52
Taula 8.- Cost fix de l'energia per kWh consumit	52
Taula 9.- Preu fix de la potència contractada segons període	53
Taula 10.- Preu excessos potència (€/kWh)	54
Taula 11.- Desglossament dels costos de la factura energètica mensual segons motiu	55
Taula 12.- Taula càlcul hores mensuals CT. Font: OEE-SOME	59
Taula 13.- Característiques tècniques Plegadora Triumph i Plegadora Ajial	71
Taula 14.- Característiques tècniques Punxonadora Goiti, Làser Prima, Esmerilidadora Grindingmaster	74
Taula 15.- Característiques tècniques Soldadura Premsa, Làser Prima, Plegadora Triumph, Màquina Soldar Punts, Suports i la Punxonadora Goiti	81
Taula 16.- Característiques enllumenat actual	82
Taula 17.- Característiques elements climatització actual segons ubicació	86
Taula 18.- Consum anual compressors	90
Taula 19.- Consum d'altres elements de SOME	91
Taula 20.- Desglossament de consum per seccions	93
Taula 21.- Desglossament de consum pelements	94
Taula 22.- Cost Gasoil SOME	96

Taula 23.-Cost Aigua SOME.....	96
Taula 24.-Costos desglossats del preu de l'aigua (€/m3)	97
Taula 25.-Característiques de les calderes de SOME	98
Taula 26.-Característiques aerotermes SOME	99
Taula 27.-Consum anual aerotermes SOME.....	100
Taula 28.-Resultats Certificació energètica segons CE3X.....	102
Taula 29.-Desglossament de les emissions per instal·lació	103
Taula 30.-Comparació màquines de desengreix ofertades contra l'actual.....	107
Taula 31.-Comparació màquines de desbarbar espiral proposades contra l'actual.....	108
Taula 32.-Comparació màquina de soldadura fixa de Resistec proposada contra l'actual	109
Taula 33.-Estalvi energètic aconseguit a partir d'una implantació de parada automàtica.....	111
Taula 34.-Característiques enllumenat proposat	114
Taula 35.-Característiques enllumenat proposat	115
Taula 36.-Característiques enllumenat triat com a teòricament més òptim.....	119
Taula 37.-Característiques de l'estalvi energètic amb l'enllumenat triat com a teòricament més òptim.....	120
Taula 38.-VAN a sis anys de la implantació triada	121
Taula 39.-Consum total elements oficines SOME	123
Taula 40.-Estalvi anual amb els elements proposats	123
Taula 41.-Característiques de la instal·lació amb sensors	124
Taula 42.-Estalvi anual amb la implantació de sensors	124
Taula 43.-Comparació de les característiques teòriques contra les mesures	127
Taula 44.-Comparació dels diferents elements segons Rendiment i estalvi	128
Taula 45.-Comparació de l'enllumenat ofertat a partir d'altres característiques	129

Taula 46.- Característiques de la substitució d'enllumenat amb Celer	131
Taula 47.- Característiques de la substitució d'enllumenat amb Celer	131
Taula 48.- Resum del VAN a sis anys amb el canvi d'enllumenat amb Celer.....	132
Taula 49.- Coeficient global de calor (K) per a cada element estructural	138
Taula 50.- Correcció segons l'orientació de la façana	139
Taula 51.- Pèrdues per transmissions.....	140
Taula 52.- Pèrdues per transmissions segons el volum d'aire	140
Taula 53.- Necessitats climàtiques de cada espai.....	141
Taula 54.- Diferència entre la potència instal·lada i la demandada	141
Taula 55.- Comparació entre l'element proposat i l'actual.....	142
Taula 56.- Comparació entre els elements proposats i els actuals segons espai	143
Taula 57.- Característiques dels combustibles proposats per a la substitució del gasoil	144
Taula 58.- Característiques calderes proposades.....	145
Taula 59.- Estalvi en consum elèctric anual i preu aires acondicionats	148
Taula 60.- Estalvi en consum elèctric anual i preu aires acondicionats	149
Taula 61.- Desglossament de costos per a la substitució de les calderes	149
Taula 62.- Resum del VAN a 20 anys obtingut per a la substitució de les calderes	150
Taula 63.- VAN a 10 i 20 anys per substitució de les calderes.....	150
Taula 64.- Latitud i Longitud.	152
Taula 65.- Taula Resultats, en el cas del Gener.	154
Taula 66.- Sortida i posta del sol, en el cas del Gener.	154
Taula 67.- Taula de resultats per al càlcul de captació solar a SOME	156
Taula 68.- Hores efectives de llum segons mes de l'any.	161
Taula 69.- Energia generada segons sistema i superfície.	161

Taula 70.- Energia generada segons sistema i superfície.	162
Taula 71.- Energia aprofitada en un dia clar contra l'energia restant mensualment.	163
Taula 72.- Fase inicial del VAN, durant els cinc primers anys amb autoconsum.	167
Taula 73.- Resultat del VAN per implantació de camp solar a 15 i 20 anys amb autoconsum.	168
Taula 74.- Resultat del VAN per implantació de camp solar a 15 i 20 anys amb Règim Especial..	168
Taula 75.- Resultat del VAN per implantació de camp solar a 15 i 20 anys amb preu de venda actual.	168
Taula 76.- Càrrega calorífica mensual per ACS.	171
Taula 77.- Demanda energètica mensual per ACS.	172
Taula 78.- Energia radiació incident al captador solar tèrmic.	173
Taula 79.- Rendiment instal·lació solar tèrmica mensualment.	174
Taula 80.- Desglossament de costos instal·lació solar tèrmica, resultats Cheq4.2.	181
Taula 81.- Desglossament de costos instal·lació solar tèrmica, càlculs propis	181
Taula 82.- Seguiment del VAN els cinc primers anys.	182
Taula 83.- Resultats del VAN a 15, 20 i 30 anys, resultats Cheq4.2.	182
Taula 84.- Resultats del VAN a 15, 20 i 30 anys, càlculs propis	182
Taula 85.- Taula resum de les dades de l' EMA.	184
Taula 86.- Energia generada a partir del Bornay 6000 a SOME.	185
Taula 87.- Desglossament de costos de la instal·lació d'un aerogenerador.	186
Taula 88.- Resum del VAN durant els cinc primers anys.	187
Taula 89.- Resultats del VAN a 15, 20 i 30 anys.	187
Taula 90.- Estalvi emissions de CO2 anualment en il·luminació.	191
Taula 91.- Estalvi emissions de CO2 pel canvi de caldera.	191
Taula 92.- Estalvi emissions de CO2 pel canvi d'aparells de refrigeració.	192

Taula 93.- Estalvi emissions de CO2 per instal·lació de plaques solars fotovoltaïques.....	192
Taula 94.- Estalvi emissions de CO2 per implantacions a la maquinària.....	192
Taula 95.- Temps de dedicació setmanal en hores per part de l'enginyer.....	196
Taula 96.- Taula desglossament de costos totals del projecte.....	198
Taula 97.- Estalvi net anual segons implantació.....	199

1. Prefaci

1.1. Origen del treball

L'origen de la idea té lloc a l'estiu del 2016 ja que influenciat per les idees de renovació inculcades durant el darrer quadrimestre de la meva especialitat, identifico una empresa amb greus mancances en l'àmbit energètic, i amb un gran potencial d'implantació de noves mesures per a l'estalvi en diferents camps de la nau industrial, la qual regenta actualment a Sant Quirze de Besora.

Un cop identificada aquesta necessitat, origen de qualsevol projecte que es vulgui dur a terme, en parlo amb la consciència i a posteriori amb el cap de departament de projectes, el qual es mostra molt receptiu amb la idea i queda convençut de les repercussions positives que un estudi energètic de la situació actual de l'empresa, pot oferir a la mateixa. Ja que sense coneixement de la causa no es pot dur a terme un pla d'actuació òptim per millorar-la.

Així doncs, un cop convençuda l'empresa de les meves intencions em falta cercar un professor de l'àmbit universitari que em vulgui donar suport en aquest projecte i que el consideri viable com a treball final de grau. El professor escollit, és el meu antic professor d'emmagatzematge d'energia, el docent Josep López López, el qual dins la seva assignatura deixà entreveure la seva decantació per les energies renovables i les seves ganes de canvi per a fomentar implantacions d'energies més netes i, alhora, amb un rendiment més elevat en el dia a dia.

Concloure aquest apartat esmentant que considero importantíssim que totes les empreses realitzin aquesta auditoria interna per identificar quins són exactament els seus consums, i alhora ser conscients dels costos energètics de cadascun dels seus processos, per així dur a terme accions per reduir-los, fet amb el que no només reduïxen les seves despeses sinó que a més a més emeten molts menys gasos a l'atmosfera i ajuden al nostre país a ser una mica més sostenible. Amb aquest treball espero, a més a més, incitar a l'ús de les energies renovables tot hi el panorama actual a nivell nacional no sigui el més favorable.

2. Introducció

2.1. Objectius del treball

En primer lloc un gran punt del treball serà identificar els consums de cada secció de l'empresa, podent desglossar quina potència té cadascuna de la maquinària de la fàbrica, quin consum té l'enllumenat, els sistemes de compressió, el gasoil que es gasta per ACS i per clima, el consum dels equips de refrigeració i calefacció, etc.

Un cop identificats els consums es proposaran diverses accions de mesura per reduir-los i fer més sostenible l'empresa, aquestes accions, és clar, aniran acompanyades per un estudi de viabilitat econòmica i estaran regulades per un marc normatiu el qual es citarà per no entrar en cap mena de confusió.

Algunes accions de mesura proposades abans i tot de saber quins consums reals té la fàbrica són:

- Instal·lar un sistema de generació d'energia elèctrica a partir d'alguna font d'energia renovable, com són el vent i el sol.
- Instal·lar un sistema de captació d'energia solar per a l'obtenció d'energia tèrmica per a la instal·lació d'ACS.
- Substituir les calderes actuals per d'altres que funcionin amb un altre tipus de combustible que no sigui gasoil, gasolina o carbó.
- Substituir l'enllumenat actual per un de més eficient.
- Substituir la maquinària més envellida per una de més eficient i més rendible.

Com es pot veure de forma implícita en les mesures proposades, forma part dels objectius aconseguir instal·lar un sistema de generació d'energia elèctrica o tèrmica a partir de fonts d'energia renovable, tot fent l'estudi de si realment és possible, segons de la ubicació de la planta, el dimensionament d'una instal·lació d'aquest àmbit.

2.2. Abast del treball

Amb aquest treball es pretén aprofundir el màxim possible en el consum energètic de SOME per poder dimensionar les mesures més adequades. Millorant les instal·lacions actuals i reduint els consums per així obtenir un estalvi anual considerable per a l'empresa.

Els diferents estudis aniran acompanyats d'un estudi de viabilitat econòmica, el qual es realitzarà amb preus actuals del mercat. Per altra banda s'aprofundirà en la legislació actual, en cadascun

dels àmbits, per recolzar la implantació del canvi, i alhora, dimensionar-la correctament segons la legislació actual.

Els components de les diverses mesures proposades seran vigents i seran visibles a catàleg així com les seves característiques, les quals seran analitzades i comparades amb altres components similars per tal de trobar el que millor s'ajusti a les nostres necessitats.

Amb les diferents implantacions, el resultat a aconseguir sempre serà el mateix: reduir el consum de l'energia en qüestió i fer-ho amb el mateix tipus d'energia o una de més sostenible. En el cas de poder se implantar una font d'energia renovable, es fomentarà i se li donarà prioritat respecte la resta.

2.3. Empresa d'estudi

L'empresa d'estudi és SOME S.A., una empresa especialitzada en produir peces d'automoció a partir de l'estampació de xapes metàl·liques amb matrius progressives, i altra maquinària capaç d'oferir un bon acabat final a la peça en qüestió, atorgant-li d'aquesta forma un valor extra al producte. Alguns d'aquests processos són: soldadura, reblonar, desengreix, desbarbat, plegat, etc.

L'empresa, amb més de 30 anys d'experiència en el sector, s'ha expandit a Polònia, on consta d'una segona seu per agilitzar la producció i l'enviament de peces als diferents clients, que igualment, consten d'una seu pròxima a aquesta ubicació. Per diferenciar aquestes dos ubicacions s'utilitzaran les sigles SQB per la nau ubicada a Sant Quirze de Besora, la qual és objecte d'estudi, i les sigles KSW per la nau ubicada a Polònia.

La nau objecte d'estudi, ubicada a Sant Quirze de Besora, un petit municipi pròxim a la ciutat de Vic, comarca d'Osona, consta actualment d'uns 200 treballadors que van augmentant o disminuint en funció de la capacitat de l'empresa. El funcionament establert per la fàbrica és de tres torns al dia, essent festius els caps de setmana i els dies festius per definició, és a dir l'empresa funciona 24 hores al dia, cinc dies a la setmana, essent una xifra variable en setmanes puntuals.

A nivell estructural cal especificar que la nau industrial on es duu a terme l'activitat ha sigut objecte de diverses ampliacions i modificacions per tal d'adaptar-se a les necessitats de cadascun dels moments, aquestes ampliacions faran que estigui sotmesa a les diverses normatives del moment en que es van realitzar.

3. Legislació actual

3.1. Auditories energètiques

En aquest apartat trobem a nivell estatal el RD 56/2016 del 12 de febrer de 2016 (7), que transposa la Directiva 2012/27/UE del Parlament Europeu i del Consell, relativa a l'eficiència energètica, en el referent a auditories energètiques, acreditació de proveïdors de serveis i auditors energètics i promoció de l'eficiència del subministrament d'energia.

A l'article 2 s'estableix l'àmbit d'aplicació, podent determinar amb això si és o no aplicable a la nostra empresa, es defineix que aplica a les empreses que tinguin la consideració de grans empreses, entenent com a tals les que ocupin almenys a 250 persones com les que, encara sense complir aquest requisit, tinguin un volum de negoci que excedeixi els 50 milions d'euros i, en paral·lel, un balanç general que excedeixi els 43 milions d'euros. De la mateixa manera, serà també d'aplicació als grups de societats, definits segons l'establert a l'article 42 del Codi de Comerç, que tenint en compte les magnituds agregades de totes les societats, compleixin els requisits d'una gran empresa.

Amb la definició anterior queden excloses de l'àmbit d'aplicació les microempreses, petites i mitjanes (PYMES), d'acord amb el títol 1 de l'annex de la Recomanació 2003/361/CE de la Comissió, del 6 de maig de 2003, sobre la definició de les mateixes.

Fent un parèntesis en el marc normatiu d'aquest apartat establir que l'empresa d'aplicació del treball, SOME, té una facturació inferior als 50 milions d'euros i que pel moment les persones contractades són de l'ordre de 200, estan per sota en les dos condicions establertes perquè aquest reglament l'apliqui, tot hi això es pendrà com a punt de referència, ja que no es troba extremadament lluny en cap dels dos condicionants i qualsevol modificació interna o futures expansions farien que aquest Reial Decret ja li fos aplicable.

Les empreses definides a l'article 2 hauran de sotmetre's a una auditoria cada 4 anys a partir de la data de l'auditoria anterior, que cobreixi com a mínim el 85% del consum total de l'energia final del conjunt de les instal·lacions ubicades al territori nacional que formin part de les activitats industrials, comercials i de serveis.

Amb posterioritat a l'entrada en vigor d'aquest reial decret aquelles empreses que, durant almenys dos exercicis consecutius compleixin amb la condició de gran empresa, hauran de sotmetre's en el plaç de nou mesos a la primera auditoria energètica.

Segons l'article 4 les auditories energètiques les hauran de realitzar auditors energètics degudament qualificats, encara que, també les podran realitzar tècnics qualificats que pertanyin a

l'empresa, sempre que no tinguin relació directa amb les activitats auditades i pertanyin a un departament de control intern de la mateixa empresa.

La comunitat autònoma podrà realitzar una inspecció anual aleatòria per comprobar que les grans empreses compleixin amb les condicions d'aquest RD (14).

No cal especificar que les empreses que no compleixin amb aquest RD seran sancionades segons l'òrgan corresponent.

3.2. Enllumenat adient

Actualment el panorama normatiu europeu referent a les necessitats lumíniques dels diferents espais amb o sense pública concurrència per a interiors, estan emmarcats dins la UNE-12464.1 (33) aprovada el setembre del 2002, on hi ha un seguit de taules amb els diferents tipus d'espais que podem trobar en els diferents sectors.

Hem de ser conscients que qualsevol normativa referent a aquest tipus d'instal·lació pretén cobrir tres requisits bàsics:

- El confort visual: on els treballadors o les persones involucrades tinguin una sensació de benestar al dur a terme alguna activitat, en el referent a com afecta l'enllumenat a aquesta.
- Prestacions visuals: les persones involucrades són capaces de realitzar les seves tasques visuals, tot hi la seva possible dificultat, durant períodes el més llargs possibles sense sensació de fatiga visual.
- Seguretat.

Degut al tipus d'activitat que es realitza a l'empresa haurem de tindre en compte diferents mínims depenent del sector de la fàbrica en qüestió. En el cas de l'activitat industrial a planta haurem de fixar-nos amb la taula d'Activitats industrials i artesanals, a l'apartat 13. Treball i tractament de metalls, a continuació un resum de la taula referent a les parts a les que s'ha d'atenir SOME:

Nº Ref.	Tipus d'interior, treball i activitat	E_m lux	UGR _L	R _a
13.2	Estampació en calent i soldadura	300	25	60
13.3	Mecanització basta i mitja (toleràncies ≥ 0,1mm)	300	22	60
13.4	Mecanització de precisió (toleràncies < 0,1mm)	500	19	60
13.7	Mecanització de xapa (gruix ≥ 5mm)	200	25	60
13.8	Mecanització de xapa (gruix < 5mm)	300	22	60

Taula 1.-Intensitat lumínica necessària a treball i tractament de metalls

L'UGR és el factor d'enlluernament que pot emetre una lluminària en concret, estan el valor comprés entre 10 i 30, sent més alt l'enlluernament quan més alt és el valor d'aquest i sent 0 l'enlluernament quan l'UGR és 10. Per altra banda R_a és la unitat de l'índex de reproducció cromàtica, amb el que es descriu la qualitat de reproducció cromàtica del color de les làmpares, sent el seu valor màxim de 100. Com més alt sigui aquest valor menys llum artificial distorsionarà el color dels objectes.

És clar, quan en algun lloc hi conflueixin dos definicions diferents s'haurà de respectar la més restrictiva, això pot passar ja que es podria treballar amb mecanització de precisió i amb una xapa de gruix inferior a 5mm, en aquest cas hauríem de respectar la mecanització de precisió, ja que és la més restrictiva.

Per altra banda, trobem altres espais dins la mateixa planta com són les oficines, a les quals hem d'aplicar les següents restriccions, exposades a la taula 1. Oficines, del mateix document:

Nº Ref.	Tipus d'interior, treball i activitat	E_m lux	UGR _L	R_a
1.1	Arxiu, còpies, etc.	300	19	80
1.2	Escriptura, lectura i tractament de dades	500	19	80
1.5	Salles de conferència i reunions	500	19	80
13.6	Recepció	300	22	80

Taula 2.-Intensitat lumínica necessària a oficines

Finalment trobem tres zones més, que ja englobarem dins la mateixa taula, ja que tenen una complexitat més lleu, aquestes són: zones de tràfic, sales d'emmagatzematge i magatzems freds i finalment àrees d'emmagatzematge amb prestatgeries. Totes recollides dins la mateixa norma a l'apartat de zones de tràfic i àrees comuns d'edificis.

Nº Ref.	Tipus d'interior, treball i activitat	E_m lux	UGR_L	R_a
1.1	Àrees de circulació i passadissos	100	28	40
4.2	Manipulació de paquets i expedició	300	25	60
5.2	Passadissos guarnits i estacions de control	150	22	60

Taula 3.-Intensitat lumínica necessària a zones de tràfic i àrees comuns

Un cop definides quines són les necessitats mínimes de cada espai podrem comparar d'una forma més eficient i òptima quina lluminària emprar en cada tipus d'espai segons les seves necessitats.

A continuació s'adjunta una imatge sobre la distribució d'espais segons les necessitats lumíniques de cada zona.

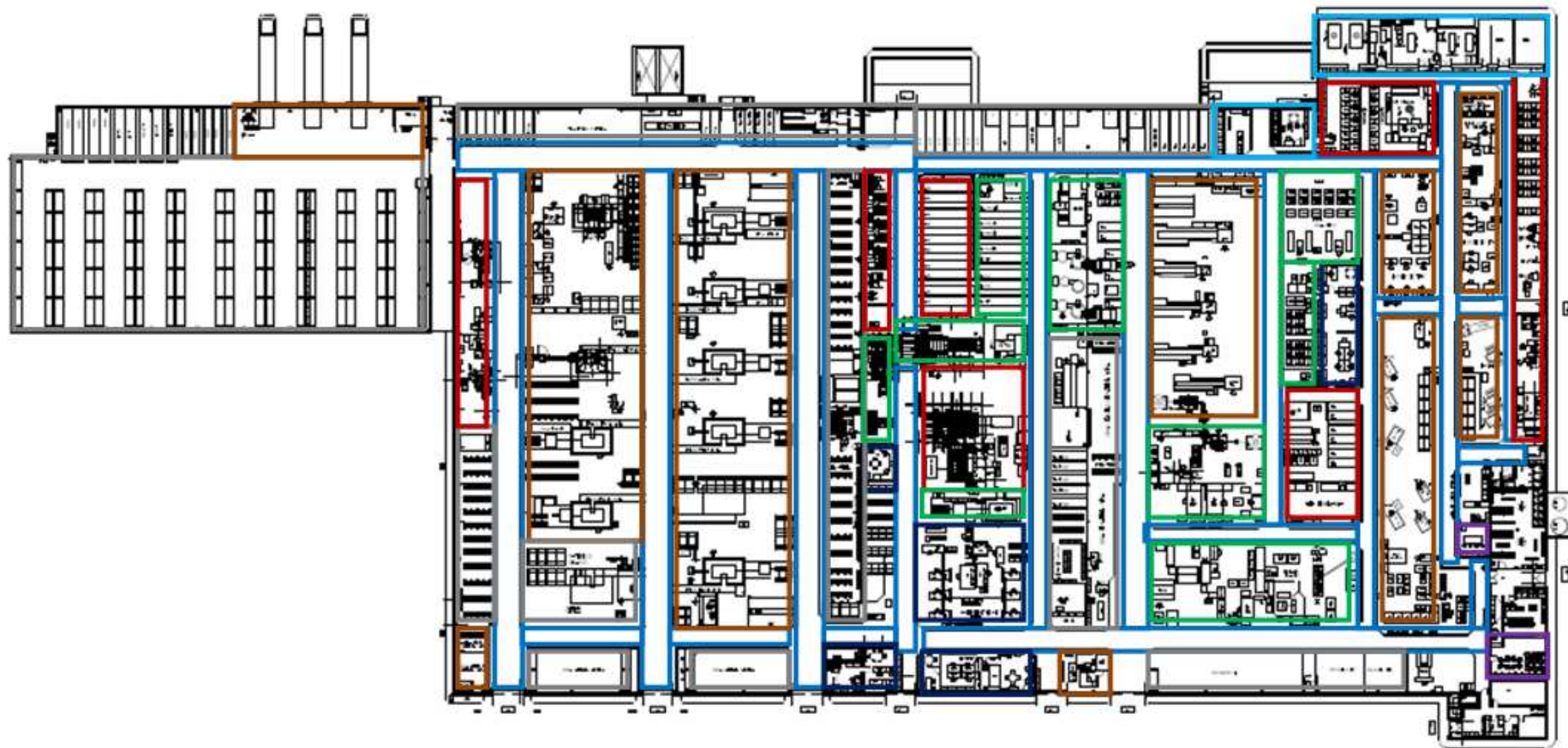


Figura 1.- Necessitats lumíniques per espai. Font: Pròpia.

Llegenda:

Color	Espai
	Estampació en calent i soldadura
	Mecanització basta i mitja
	Mecanització de precisió
	Mecanització de xapa $\geq 5\text{mm}$
	Mecanització de xapa $< 5\text{mm}$
	Arxiu, copies, etc
	Escriptura, lectura i tractament de dades
	Salles de conferència i reunions
	Àrees de circulació i passadissos
	Manipulació de paquets i expedició
	Passadissos guarnits i estacions de control
	Recepció

Taula 4.- Llegenda necessitats lumíniques segons espai

Hi ha una petita zona que no surt representada en l'anterior imatge referent a la zona d'oficines centrals, ja que és una planta situada per sobre de la representada, tot hi això tota la planta té les necessitats de la referència 1.2 de la taula d'oficines, ja que l'espai de passadissos i d'arxiu està integrat dins les mateixes zones de treball.

Per altra banda el CTE també parla sobre eficiència energètica en il·luminació dins la secció 3, aquesta però, és aplicable a les instal·lacions d'il·luminació interior de:

- Edificis de nova construcció
- Intervenció a edificis existents amb una superfície útil total final superior a 1000m^2 .
- Altres intervencions a edificis existents en els que es remogui o ampliï una part de la instal·lació, juntament amb el canvi d'ús de l'edifici o canvis de l'activitat que es realitzi.

S'exclouen d'aquest àmbit d'aplicació:

- Construccions provisionals amb un termini d'utilització de dos anys.
- Edificis industrials, de la defensa i agrícoles o part dels mateixos.
- Edificis amb una superfície útil inferior a 50m^2 .
- Interiors d'habitatges.
- Els edificis històrics.

Així doncs amb el canvi d'enllumenat s'haurà de complir el punt dos d'aquesta secció on s'estableix un valor d'eficiència energètica de la instal·lació, trobant-se amb la següent fórmula:

$$VEEI = P \times \frac{100}{S} \times Em$$

On:

- P: és la potència activa de la làmpara més l'equip auxiliar (W)
- S: és la superfície il·luminada (m²)
- Em: és la il·luminància mitja horitzontal mantinguda (lux)

Aquest valor d'eficiència energètica de la instal·lació serà aplicable en els punts anteriors que no formin part de la secció industrial destinada a la mecanització de peces, és a dir, el magatzem, ja que supera els 1000m², la part d'oficines no supera aquesta superfície però si que aplicarem aquest índex degut al segon punt d'àmbit d'aplicació on s'especifica que si es renova part de la instal·lació s'adequaran els nous elements per complir amb aquestes exigències.

A continuació s'adjunta part de la taula on es defineixen aquests límits:

Zones d'activitat diferenciada	VEEI límit
Administratiu en general	3
Magatzems, arxius, sales tècniques i cuines	4
Zones comuns d'edificis no residencials	6

Taula 5.-Valor eficiència energètica de la instal·lació límit

Per altra banda la potència instal·lada en il·luminació, tenint en compte la potència de làmpares i equips auxiliars, no superarà els valors especificats a la següent taula:

Ús de l'edifici	Potència màxima instal·lada (W/m ²)
Administratiu	12
Altres	10

Taula 6.-Potència màxima instal·lada segons superfície

Un cop realitzada l'operació observem com a planta actualment hi ha una potència instal·lada amb enllumenat de 105.652W, que dividits entre 11.141m² totals de la planta, donen una ratio de 9,5W/m², no superant els 10W/m² però estan molt pròxim a ells.

3.3. Gasos d'efecte hivernacle

En el Reglament núm. 1005/2009 del 16 de setembre (5) s'estableixen les normes de producció, importació, exportació, introducció en el mercat, ús, recuperació, reciclatge, regeneració i destrucció de les substàncies que esgotin la capa d'ozó, sobre la comunicació d'informació d'aquestes substàncies i sobre la importació, exportació, introducció al mercat i ús dels productes i aparells que continguin o depenguin d'aquestes substàncies. Aplicant-se doncs, a les substàncies regulades, noves i als productes o aparells que continguin o depenguin de les mateixes.

Segons l'article 8 del mateix Reglament 1005/2009 les substàncies regulades produïdes o introduïdes al mercat com agents de transformació només podran utilitzar-se amb aquest fi. A partir de l'1 de juliol de 2010, els recipients d'aquestes substàncies hauran d'estar degudament identificats, indicant que aquests elements només poden usar-se com agents de transformació.

S'afegeix que aquestes substàncies no podran comercialitzar-se, exportar-se o importar-se a menys que formin part d'algun aparell personal de la persona que els transporta, sent per tant il·legal la seva distribució i venda al mercat a partir del juliol del 2010 en el cas dels refrigerants comuns, instal·lats als aparells de refrigeració.

A l'article 22 s'especifica que s'ha de fer amb aquestes substàncies un cop utilitzades, s'explica als següents punts:

- Les substàncies regulades contingudes als aparells de refrigeració i aire condicionat i bombes de calor, aparells que continguin disolvents o sistemes de protecció contra incendis i extintors, es recuperaran, durant les operacions de manteniment i revisió dels aparells o abans del desmantellament o eliminació, per la seva destrucció, reciclat o regeneració.
- Aquestes substàncies només seran destruïdes mitjançant tecnologies de destrucció acceptables des del punt de vista ambiental.

A l'article 23 s'esmenta que les empreses prendran mesures per evitar el mínim possible qualsevol tipus de fuga d'aquestes substàncies regulades. Sent per les empreses que exploten aparells de refrigeració, aire condicionat o bombes de calor, el seguiment obligat de les següents normes:

- Els aparells amb un fluid igual o superior a 3kg de substàncies regulades, s'han de controlar almenys un cop cada 12 mesos per comprovar la seva estanqueïtat, a més a més de comprovar que els aparells continguin menys de 6kg de substàncies regulades.
- Els aparells amb un fluid igual o superior a 30kg de substàncies regulades, que es controlin almenys un cop cada sis mesos per comprovar l'estanqueïtat.

- En els aparells amb més de 300kg de fluid regulat, s'hauran de controlar almenys un cop cada tres mesos.

Les empreses que tinguin elements amb les característiques mencionades tindran un control de les quantitats i dels tipus de substàncies regulades afegides i de la quantitat recuperada durant el manteniment, la revisió i l'eliminació definitiva de l'aparell. Aquestes dades s'hauran de presentar tal i com diu l'article 27.

S'estableix a l'article 28 que totes les empreses rebran inspeccions d'aquest tipus que avaluaran l'estat dels aparells i la quantitat de substàncies regulades que els conformen. Per assegurar el correcte funcionament d'aquest reglament s'imposaran sancions, regulades pel mateix estat, sobre les empreses que l'incompleixin.

3.4. Altres normatives aplicables

3.4.1. Instal·lacions tèrmiques i frigorífiques

Les instal·lacions tèrmiques i frigorífiques sempre són instal·lacions amb un gran consum energètic ja que apliquen a diversos àmbits dins l'empresa i formen part del dia a dia del funcionament de la mateixa. En primer lloc hi ha maquinària que necessita d'instal·lacions tèrmiques o frigorífiques per poder dur a terme la seva funció i en segon lloc trobem totes les instal·lacions de clima destinades a proporcionar una temperatura adient per a l'ambient laboral, permetent als treballadors dur a terme les diferents tasques assignades en un entorn el més confortable possible.

La legislació a terme nacional es troba diferenciada entre dos marcs: el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis aprovat el 20 de juliol del 2007 (4) i el Codi Tècnic de l'Edificació aprovat el març del 2006. El RITE està enfocat cap a instal·lacions tèrmiques (ACS, Clima i ventilació) ubicades en locals com de pública concurrència, oficines... i el CTE engloba tota la part industrial i de llars en instal·lacions tèrmiques i una petita part en protecció contra incendis. És a dir, en el nostre cas haurem de complir el RITE per tota la part d'oficines i el CTE per tota la part de planta.

Per altra banda em d'aplicar els dos reglaments si es compleix una o varies de les condicions següents:

- Edifici de nova construcció.
- Reformes en instal·lacions tèrmiques en edificis existents, entenent com a tal tot canvi que s'efectuï i que suposi una modificació del projecte o la memòria tècnica amb la que va ser executat i registrat. En aquest sentit es consideren reformes les que estiguin compreses en algun dels següents casos:
 1. Substitució d'un generador de calor o fred per un altre de diferents característiques.
 2. Ampliació del nombre d'equips generadors de calor o fred.
 3. El canvi del tipus d'energia utilitzada o la incorporació d'energies renovables.
 4. El canvi d'ús previst per l'edifici.

El CTE incorpora a més a més les possibles rehabilitacions en un edifici.

3.5. Energies renovables

3.5.1. Energia solar fotovoltaica

Autoconsum

Segons la Llei del Sector Elèctric (Llei 24/2013, del 26 de desembre) es defineix a l'Article 9 (Autoconsum d'energia elèctrica) que a efectes de la present llei s'entendrà per autoconsum el consum d'energia elèctrica provinent d'instal·lacions de generació connectades a l'interior d'una xarxa d'un consumidor, o a través d'una línia directa d'energia elèctrica associada a un consumidor.

Es distingeixen tot un seguit de modalitats d'autoconsum, en el nostre cas ens centrarem en l'apartat a) del mateix article on s'especifica:

- a) Modalitats de subministre amb autoconsum. Quan es tracti d'un consumidor que disposi d'una instal·lació de generació, enfocada al consum propi, connectada a l'interior de la xarxa del seu punt de subministrament, i que no estigui donada d'alta en el registre corresponent com a instal·lació de producció. Serà en aquest cas que existirà un únic subjecte, de tots els previstos en l'article 6 (Subjectes) de la Llei del Sector Elèctric, que serà el subjecte consumidor.

Caldrà tenir en compte que com a consumidor acollit a una de les modalitats d'autoconsum (modalitat a)) d'energia elèctrica, i tal i com s'especifica al punt 4 de l'article 9 de la Llei 23/2014, tindrem l'obligació d'inscriure'ns al registre administratiu d'autoconsum d'energia elèctrica creat a tal efecte pel Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme.

Una vegada definida la modalitat d'autoconsum a la qual ens acollirem, es regula aquest autoconsum a través del Reial Decret 900/2015, del 9 d'octubre (6), on es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum.

El present Reial Decret (tal i com exposa a l'article 2, Àmbit d'aplicació) resulta d'aplicació a les instal·lacions connectades a l'interior d'una xarxa, fins hi tot quan no aboquin energia a les xarxes de transport i distribució en cap moment, acollides a qualsevol modalitat d'autoconsum d'energia elèctrica a), b) i c), definides a l'article 9 de la Llei 24/2013, del 26 de desembre, del Sector Elèctric.

Així doncs, ens veurem obligats a seguir aquest RD.

A efectes d'aquest RD, les modalitats de consum es classificaran de la següent manera (segons l'article 4 del RD 900/2015), quedant classificada la nostra instal·lació d'autoconsum de la següent forma:

- a) Modalitat d'autoconsum tipus 1: corresponent a la modalitat de subministra amb autoconsum definida a l'article 9.1. a) de la citada Llei 24/2013 del 26 de desembre. Quan es tracti d'un consumidor en un únic punt de subministrament o instal·lació, que disposi a la seva xarxa interior d'una o varies instal·lacions de generació d'energia elèctrica enfocades al consum propi i que no estiguin donades d'alta en el corresponent registre com a instal·lació de producció. Existint en aquest cas, un únic subjecte consumidor.

Destacar també que en cap cas un generador es podrà connectar a la xarxa interior de variis consumidors.

Quins requisits generals són necessaris complir per poder acollir-nos a la modalitat tipus 1 d'autoconsum? Segons l'article 5 del RD 900/2015:

1. La potència contractada del consumidor no serà superior a 100 kW
2. La suma de potències instal·lades de generació serà igual o inferior a la potència contractada pel consumidor.
3. El titular del punt de subministre serà el mateix que el de tots els equips de consum i instal·lacions de generació connectats a la seva xarxa.
4. Les instal·lacions de generació i el punt de subministre hauran de complir els requisits tècnics continguts en la normativa del sector elèctric i en la reglamentació de qualitat i seguretat industrial que els hi resulti d'aplicació. Particularment aquells establerts al RD 1699/2011, del 18 de novembre, on es regula la connexió a la xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.

Sense abandonar el mateix article, en el punt 5 s'especifica que es podran instal·lar elements d'acumulació en les instal·lacions d'autoconsum regulades en aquest RD, sempre i quan disposin de les proteccions establertes en la normativa de seguretat i qualitat industrial que els hi sigui d'aplicació, i es trobin instal·lades de tal forma que comparteixin un equip de mesura que registri la generació neta, o un equip de mesura que registri l'energia horària consumida.

3.5.1.1.1 Règim jurídic (Títol III, RD 900/2015)

ARTICLES 7, 8



A fi d'acollir-se a qualsevol modalitat d'autoconsum, regulades en el RD 900/2015, els consumidors hauran de sol·licitar una nova connexió o modificar la ja existent a l'empresa distribuïdora de la zona, encara que en cap moment s'aboqui energia elèctrica produïda per la instal·lació generadora a la xarxa de distribució, o a qualsevol altra xarxa que no sigui la pròpia del consumidor.

En el cas de les instal·lacions de generació de la modalitat d'autoconsum tipus 1 el procediment de connexió i accés roman establert al capítol II del Reial Decret 1699/2011 del 18 de novembre.

No obstant això, per aquells consumidors acollits a una modalitat d'autoconsum tipus 1 que tinguin contractada una potència inferior o igual a 10 kW, i que acreditin que disposen d'un dispositiu que impedeix l'abocament instantani d'energia a la xarxa de distribució estaran exempts del pagament dels estudis d'accés i connexió previstos a l'article 30 del Reial Decret 1048/2013, del 27 de desembre, pel qual s'estableix la metodologia pel càlcul de la retribució de l'activitat de distribució d'energia elèctrica i el pagament dels drets de connexió de servei de generació previstos en l'article 6 del Reial Decret 1699/2011, del 18 de novembre.

A fi d'acollir-se a qualsevol modalitat d'autoconsum que es regulen al RD 900/2015, el consumidor haurà de subscriure's a un contracte d'accés amb l'empresa distribuïdora, directament o a través de l'empresa comercialitzadora, o modificar el ja existent, d'acord amb la normativa d'aplicació, per reflectir aquesta circumstància.

S'ha de tenir present que el temps de permanència en la modalitat d'autoconsum escollida serà com a mínim d'un any des del moment d'alta o modificació del contracte d'accés, d'acord amb allò previst en els apartats anteriors (del mateix article 8), prorrogable automàticament.

Tot allò previst en les línies anteriors, remarcuem, serà d'aplicació fins hi tot quan el productor no aboqui energia elèctrica a la xarxa en cap moment.

3.5.1.1.2 Requisits de mesura i gestió de l'energia

Tot autoconsumidor (sigui de la modalitat que sigui) necessita complir un seguit de requisits de mesura de les instal·lacions acollides a la seva modalitat (Títol IV, Capítol I, Article 11). Ara bé, al marge dels requisits generals per a tot autoconsumidor, aquelles instal·lacions acollides a la modalitat tipus 1 presenten uns requisits propis (article 12):

- Els equips de mesura de les instal·lacions acollides a la modalitat tipus 1 tindran la mateixa precisió i requisits de comunicació que corresponguin com a tipus frontera de consumidor.

- Els subjectes consumidors disposaran dels equips de mesura necessaris per la facturació dels preus, tarifes, càrrecs, peatges i altres costos i serveis del sistema que li resultin d'aplicació. A aquests efectes s'haurà de disposar d'un equip de mesura que registri l'energia neta generada de la instal·lació de generació i un altre equip de mesura independent al punt de fronteres de la instal·lació. Opcionalment es podrà disposar d'un equip de mesura que registri l'energia consumida total pel consumidor associat. L'energia neta generada serà la definida al Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric aprovat pel RD 1110/2007, del 24 d'agost.

L'energia adquirida pel consumidor acollit a la modalitat d'autoconsum tipus 1 serà l'energia corresponent a la demanda horària (Gestió de l'energia elèctrica produïda i consumida (títol IV, capítol III, article 14)).

És al títol V del RD 900/2015 on ens informa sobre els peatges d'accés a les xarxes de transport i distribució i càrrecs a les modalitats d'autoconsum. (articles 16 i 17)

Així doncs, per determinar els components de la facturació dels peatges d'accés a les xarxes de transport i distribució al consumidor acollit a la modalitat d'autoconsum tipus 1 se l'hi aplicaran els següents criteris:

- Per determinar el terme de facturació de potència dels peatges d'accés a les xarxes, el control de potència contractada es realitzarà en el punt de frontera amb les xarxes de distribució.
- Per la determinació del terme de facturació d'energia activa, l'energia a considerar serà l'energia corresponent a la demanda horària.
- Per determinar el terme de facturació d'energia reactiva s'utilitzarà el comptador instal·lat al punt frontera de la instal·lació.

També seran d'aplicació els càrrecs associats als costos del sistema que corresponguin al punt de subministre i que s'estableixin per ordre del Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme amb acord prèvia de la Comissió Delegada del Govern per Assumptes Econòmics, tal i com s'esmenta a l'article 13 de la Llei 24/2013, del 26 de desembre.

Per determinar, doncs, els termes de facturació dels càrrecs associats als costos del sistema elèctric en el cas de la modalitat d'autoconsum tipus 1, s'aplicarà amb caràcter general els següents punts:

- L'aplicació de càrrecs fixes es realitzarà sobre la potència d'aplicació de càrrecs.

- L'aplicació de càrrecs variables es realitzarà sobre la potència corresponent a la suma de la demanda horària i de l'autoconsum horari definits en l'article 3.

Existirà també un càrrec per altres serveis del sistema (article 18) que a través d'una ordre del Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme, es determinarà la quantitat corresponent al càrrec per altres serveis del sistema, que es defineix com el pagament a realitzar per la funció de recolzament que el conjunt del sistema elèctric realitza per possibilitar l'aplicació de l'autoconsum.

Aquest càrrec es calcularà considerant el preu estimat, en cada període, d'altres serveis del sistema elèctric corresponents a la demanda peninsular.

Aquest càrrec s'aplicarà al consumidor acollit a qualsevol modalitat d'autoconsum directament sobre l'energia corresponent a l'autoconsum horari.

3.5.1.1.3 Registre administratiu

A les següents línies venen reflectits els articles del Títol VI del RD 900/2015.

La gestió del registre administratiu d'autoconsum d'energia elèctrica es correspondrà a la Direcció General de Política Energètica i Mines del Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme.

El mencionat registre administratiu d'autoconsum tindrà com a finalitat el control i el seguiment adequat dels consumidors acollits a qualsevol de les modalitats d'autoconsum d'energia elèctrica.

En aquest registre s'hi contemplaran dues seccions:

- En la primera secció s'hi inscriuran els consumidors acollits a la modalitat d'autoconsum de tipus 1 amb una potència contractada inferior o igual a 10 kW.
- En la segona secció s'inscriuran els consumidors acollits a la modalitat d'autoconsum de tipus 1 amb una potència contractada superior a 10 kW, i els consumidors acollits a la modalitat d'autoconsum de tipus 2.

Aquesta obligació no serà d'aplicació a les instal·lacions aïllades.

Tot el procediment d'inscripció, del qual no s'entrarà en detall, es detalla en l'article 21 del RD 900/2015.

És a les disposicions addicionals del mateix RD on es parla d'altres detalls de l'autoconsum, d'abocament d'energia a la xarxa, d'instal·lacions de potències nominals superiors a les que

nosaltres tenim entre mans, de condicions tècniques i econòmiques que no entrarem a considerar per, com ja s'ha explicat a l'inici, no entren dins el pla general del treball.

S'ha intentat donar, al llarg d'aquest punt, una visió global de definició del marc regulador que gestiona una instal·lació d'autoconsum i dels tràmits administratius més generals necessaris per a la posada en marxa, així com una pinzellada als impostos que venen donats pel RD 900/2015 tant polèmic per fer pagar costos als autoconsumidors que utilitzen fonts d'energies renovables.

Balanç net

El balanç net seria una opció molt temptadora si es pogués arribar a establir per al nostre tipus d'instal·lació, ja que ens permetria augmentar la potència instal·lada de la mateixa, podent cobrir un tant per cent més elevat de l'energia diària consumida per la fàbrica. Aquest augment de potència està recolzat pel fet que l'energia que no s'arribés a consumir es podria abocar a la xarxa elèctrica, a l'espera de que l'energia abocada a la xarxa compensi l'energia consumida de la mateixa. El sistema definit seria ideal per a moltes instal·lacions renovables ja que es substituiria la necessitat d'instal·lar un sistema d'emmagatzematge, tot i això, actualment no és un sistema permès legalment, ni a nivell d'autoconsum de llars ni a nivell industrial. A continuació s'explica amb més detall la definició de balanç net.

Es defineix com a balanç net aquell sistema de compensació d'energia que permet, a un consumidor que autoprodueixi part del seu consum energètic, utilitzar el sistema elèctric per "emmagatzemar" els excedents puntuals de la seva producció i recuperar-los posteriorment.

Aquest sistema és especialment interessant per a les instal·lacions de generació elèctrica amb fonts renovables no gestionables, com eòlica o solar, ja que evita la necessitat d'incorporar un sistema d'acumulació dins la pròpia instal·lació.

Durant un cert període de temps hi haurà, el que anomenarem, un consum net. La compensació d'energia permet llençar excedents a la xarxa per recuperar-los posteriorment, però en aquest període el balanç no ha de ser excedentari, és a dir, que no s'excedeixi el necessari.

Un clar exemple seria una instal·lació fotovoltaica o eòlica de baixa potència en un habitatge que produeixi l'energia que es consumeix en el mateix habitatge, sempre hi quan hi hagi una demanda. Si la demanda és superior a la producció, s'importa energia a la xarxa, i quan la demanda és inferior a la producció, s'exporta energia de la xarxa. Evidentment el sistema de balanç net es podrà aplicar en qualsevol tecnologia renovable de generació elèctrica.

Es comptabilitzarà el balanç net d'aquests moviments d'energia de manera que, si hi ha hagut més demanda, existeix un pagament al subministrador; i si hi ha hagut més exportació es genera un crèdit d'energia que es descomptarà en les factures posteriors.

Aquest balanç tindrà una caducitat temporal, de manera que cada cert període de temps "es començarà de zero", perdent d'aquesta forma els possibles excedents d'energia que s'havien llençat a la xarxa; ja que el concepte es basa en compensar la demanda i no de ser un productor net.

Així doncs, aquest concepte de balanç net el defineixen una sèrie de punts:

- Es tracta d'instal·lacions interconnectades destinades a produir per l'autoconsum.
- L'autoproductor no és un generador net, sinó que s'ajuda amb la xarxa per gestionar el desfasament entre producció i demanda.
- La xarxa actua com un "coixí" per absorbir excedents de producció, amb la participació del comercialitzador i altres agents del sistema, els quals cobraran per aquest servei. Serà necessari disposar d'equips bidireccionals que enregistren els trànsits d'energia en cada període horari.
- Els excedents no compensats s'acumulen per a pròximes facturacions amb un termini màxim per la compensació.
- El disseny ha de ser tal que en un cert període de temps no hi hagin excedents. Al final d'aquest període s'anul·larà l'excedent.

La introducció del balanç net suposaria la modificació del marc regulador actual perquè es permetés la seva activitat i desenvolupament, amb canvis encaminats cap a la simplificació dels procediments administratius d'autorització, connexió i legalització d'instal·lacions de baixa potència destinades a l'autoconsum.

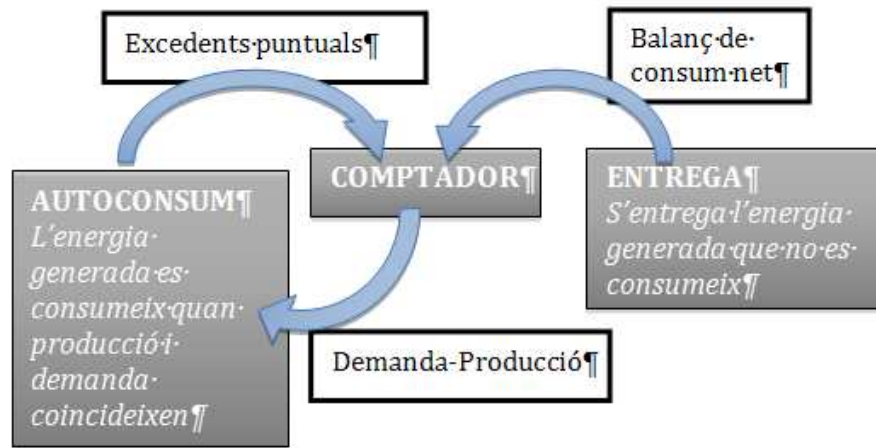


Figura 2.- Esquema de la interpretació del balanç net. Font: Pròpia.

Vehicles elèctrics

La instal·lació de càrrega d'un vehicle elèctric ve determinada per la ITC_BT_52 del REBT aprovada el 31 de desembre de 2014 (54). Dins aquesta s'especifica quines característiques ha de tindre una instal·lació d'aquesta tipologia i en quants tipus es classifica.

Hi han tres modes de càrrega:

- Mode de càrrega 1: Connexió del vehicle elèctric a la xarxa d'alimentació d'un corrent altern mitjançant els punts de corrent normalitzats, amb una intensitat no superior als 16A i una tensió assignada no superior a 250V.
- Mode de càrrega 2: Connexió del vehicle elèctric a la xarxa d'alimentació no excedint els 32A i 250V, utilitzant punts de corrent normalitzats monofàsics o trifàsics, i utilitzant els conductors actius i de protecció juntament amb una funció de control pilot i un sistema de protecció per a les persones.
- Mode de càrrega 3: Connexió directa del vehicle elèctric a la xarxa d'alimentació de corrent alterna utilitzant un SAVE, on la funció de control pilot s'amplia al sistema de control SAVE, estant aquest connectat permanentment a la instal·lació d'alimentació fixa.
- Mode de càrrega 4: connexió indirecta del vehicle elèctric a la xarxa d'alimentació utilitzant un SAVE que incorpora un carregador extern.

A continuació s'especifiquen els diferents esquemes d'instal·lació per a la recàrrega de vehicles elèctrics, estan separats per:

- Esquema col·lectiu o troncal amb un comptador principal a l'origen de la instal·lació.
- Esquema individual amb un comptador comú per la llar i l'estació de recàrrega.
- Esquema individual amb un comptador per cada estació de recàrrega.
- Esquema amb circuit o circuits addicionals per la recàrrega del vehicle elèctric.

Degut a que la instal·lació es realitza per a un autoservei de persones sense formar i que no es tracta d'un parking privat d'una vivenda, o un pàrquing col·lectiu per un edifici, la nostra instal·lació s'hauria de fer d'acord als esquemes 1.a), 1.b) o 1.c) esmentats i graficats a l'apartat anterior, és a dir, es necessitaria instal·lar un comptador secundari per l'electricitat consumida en règim de càrrega pels vehicles elèctrics.

Ens diu a més a més, que les bases de punt de corrent o connectors instal·lats a l'estació de recàrrega, i els seus interruptors automàtics hauran d'estar amb conformitat amb alguna de les opcions indicades a l'apartat 5.4 de la mateixa directiu.

La forma d'aproximar quina suma en potència contractada suposarà aquesta instal·lació és multiplicant la potència total instal·lada pels punts de càrrega i pel factor 0,3, quan s'instal·li SPL, i per un factor 1 quan no s'instal·li.

3.5.2. Energia solar tèrmica

D'acord al RITE s'hauran de tindre en compte diversos factors determinants per al tipus d'instal·lació, en els quals la potència instal·lada serà condicionant, juntament amb l'àrea de captació de plaques solars tèrmiques instal·lades. Estan els límits en 5.000kW d'energia calorífica instal·lada, o pel contrari de 1000 kW en potència frigorífica. Pel que fa a l'aportació mínima d'energia solar tèrmica per aigua calenta sanitària es seguiran les indicacions del CTE.

Per poder determinar dins de quins marges ens hem de moure a la mateixa normativa haurem de determinar quin consum tenim dins la mateixa planta en un primer punt. Utilitzant els valors de referència indicats dins el mateix CTE.

$$Q_{\text{pires lavabos}} = 18 \text{ piques} \times 0,03 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}} = 0,54 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{dutes}} = 7 \text{ dutes} \cdot 0,1 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}} = 0,7 \frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$$

Amb aquests consums definits, els sumem i obtenim un consum total de 1,24dm³/s traduïbles a 85.708,8 l/dia, als quals se'ls hi ha d'aplicar un factor de correcció k el qual s'obté amb l'expressió següent:

$$k = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

On k és el coeficient de simultaneïtat i n és el número de punts de consum (en el nostre cas $n=25$).

Així doncs, realitzant els càlculs pertinents:

$$k = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{25-1}} = 0,2041$$

$$Q_{TOTALREAL} = k \cdot Q_{TOTAL} = 0,2041 \cdot 85708,8 \frac{l}{dia} = 17.495,23 \frac{l}{dia}$$

A continuació es mostra la taula referent al CTE considerada per establir el criteri de demanda d'ACS.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal Instantáneo mínimo de agua fría	Caudal Instantáneo mínimo de ACS
	[dm3/s]	[dm3/s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarlos con grifo temporizado	0,15	-
Urinarlos con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas Industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora Industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo alisado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Figura 3.- Taula del CTE del caudal mínim instantani per cada tipus d'element de consum d'ACS.

Font: CTE, RD 310/2006

A continuació dins el mateix CTE s'estableix la contribució solar mínima segons la zona climàtica a la que s'ubica el municipi. Amb ella establirem quina contribució solar mínima d'energia solar hi ha d'haber per la producció d'ACS.

Documento Básico HE Ahorro de Energía

Sant Boi de Llobregat	II	Córdoba	IV	San Andres del Rabanado	III		
Sant Cugat del Valles	II	Lucena	V	LUGO	Lugo	II	
Sant Feliu de Llobregat	II	Montilla	V	LLEIDA	Lleida	III	
Sant Joan Despi	II	Priego de Córdoba	V	MADRID	Alcalá de Henares	IV	
Sant Pere de Ribes	II	Puente Genil	V		Alcobendas	IV	
Sant Vicenç dels Horts	II	CUENCA	Cuenca		III	Alcorcón	IV
Santa Coloma de Gramenet	II	GIRONA	Blanes		III	Aranjuez	IV
Terrassa	III		Figueres	III	Arganda del Rey	IV	
Vic	III		Girona	III	Colmenar Viejo	IV	
Viladecans	II		Olot	III	Collado Villalba	IV	
Vilafranca del Penedes	II	GRANADA	Salt	III	Coslada	IV	
Vilanova i la Geltru	II		Almuñecar	IV	Fuenlabrada	IV	
BURGOS	Aranda de Duero		Baza	V	Getafe	IV	
	Burgos		Granada	IV	Leganes	IV	
	Miranda de Ebro		Guadix	IV	Madrid	IV	
CACERES	Cáceres		Loja	IV	Majadahonda	IV	
	Plasencia		Motril	V	Mostoles	IV	
CADIZ	Algeciras	GUADALAJARA	Guadalajara	IV	Parla	IV	
	Arcos de la Frontera	GUIPUZCOA	Arrasate o Mondragon	I	Pinto	IV	
	Barbate		Donostia-San Sebastian	I	Pozuelo de Alarcon	IV	
	Cadiz		Eibar	I	Rivas-Vaciamadrid	IV	
			Erreñterria	I	Las Rozas de Madrid	IV	
			Irun	I			
		HUELVA	Huelva	V	MADRID	San Fernando de Henares	IV
		HUESCA	Huesca	III			

Figura 4.- Zona climàtica en el municipi de Sant Quirze de Besora,próxim a Vic. Font: "Zonas Climáticas Detalladas por el CTE en Función de la Radiación SolarFitxer"

ANNEX 2

Contribució mínima d'energia solar en la producció d'aigua calenta sanitària segons les zones climàtiques

Contribució mínima d'energia solar en la producció d'aigua calenta sanitària

Demanda total d'aigua calenta sanitària de l'edifici (litres/dia)	Zones climàtiques (en funció de la irradiació global diària, mitjana anual)		
	II	III	IV
50 a 5.000 litres	40%	50%	60%
5.001 a 6.000 litres	40%	55%	65%
6.001 a 7.000 litres	40%	65%	70%
7.001 a 8.000 litres	45%	65%	70%
8.001 a 9.000 litres	55%	65%	70%
9.001 a 10.000 litres	55%	70%	70%
10.001 a 12.500 litres	65%	70%	70%
> 12.500 litres	70%	70%	70%

Figura 5.- Litres/dia segons la zona climàtica. Font: "Decreto de la Generalitat sobre Ecoeficiencia en Edificios Fitxer"

Per altra banda, les pèrdues màximes admissibles en el nostre cas segons el CTE DB HE-4 són del 10% (cas general), ja que no tenim edificis en les proximitats que ens puguin fer ombra als captadors.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Figura 6.- Pèrdues per ombres. Font: CTE DB HE-4

Tenint en compte l'orientació dels nostres captadors passarem a determinar l'angle azimut, en el nostre cas estaran orientats al sud ($\alpha=5^\circ$).

A través dels gràfics per calcular les pèrdues per inclinació i orientació del CTE-HE 5 es determinaran els valors màxims i mínims d'inclinació dels col·lectors pel cas de la latitud de Sant Quirze de Besora, SOME, 42,098°.

Com a conseqüència, per una latitud de 42º podem tindre una inclinació màxima de 60º i una inclinació mínima de 0º, que corregida per la nostra ubicació és exactament de màxim 60,098º i mínim 0,098º, que al ser inferiors a 5º els podem igual a aquest valor.

Amb aquests resultats el RITE aconsella els següents valors per a la inclinació.

Tipo de demanda	Inclinación
Demanda constante anual	Latitud geográfica
Demanda preferente en invierno	Latitud + 10º
Demanda preferente en verano	Latitud - 10º

Figura 7.- Valors aconsellats d'inclinació. Font:RITE

Com que la instal·lació està dissenyada per una demanda més o menys constant anualment, buscarem la taula que s'ajusti més a la nostra latitud de 42,098º. Al ser un municipi situat a l'hemisferi nord i amb un clima hivernal, es considera que la inclinació total dels panells serà de 50º. A la següent taula s'estableix el factor de correcció k per a cada mes de l'any.

LATITUD = 42 °

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.08	1.06	1.05	1.03	1.02	1.02	1.02	1.04	1.06	1.08	1.09	1.09
10	1.15	1.12	1.09	1.06	1.04	1.03	1.04	1.06	1.11	1.15	1.18	1.17
15	1.21	1.17	1.13	1.08	1.04	1.03	1.04	1.09	1.15	1.22	1.26	1.25
20	1.27	1.21	1.15	1.09	1.04	1.03	1.05	1.1	1.18	1.28	1.34	1.32
25	1.32	1.25	1.17	1.09	1.04	1.01	1.04	1.1	1.21	1.33	1.4	1.38
30	1.36	1.28	1.19	1.09	1.02	1	1.02	1.1	1.23	1.37	1.46	1.44
35	1.39	1.3	1.19	1.08	1	.97	1	1.09	1.23	1.4	1.51	1.48
40	1.42	1.31	1.19	1.06	.97	.94	.97	1.08	1.24	1.42	1.54	1.52
45	1.43	1.32	1.18	1.04	.94	.9	.94	1.05	1.23	1.43	1.57	1.54
50	1.44	1.31	1.16	1	.89	.86	.9	1.02	1.21	1.44	1.59	1.56
55	1.44	1.3	1.13	.97	.85	.8	.85	.98	1.19	1.43	1.59	1.57
60	1.43	1.28	1.1	.92	.79	.75	.8	.93	1.15	1.41	1.59	1.57
65	1.41	1.25	1.06	.87	.74	.69	.74	.88	1.11	1.39	1.57	1.55
70	1.38	1.21	1.01	.81	.67	.62	.67	.82	1.07	1.35	1.55	1.53
75	1.35	1.17	.96	.75	.6	.55	.6	.76	1.01	1.31	1.52	1.5
80	1.3	1.12	.9	.68	.53	.48	.53	.69	.95	1.25	1.47	1.46
85	1.25	1.06	.83	.61	.46	.4	.46	.62	.88	1.19	1.42	1.41
90	1.19	1	.76	.54	.38	.32	.38	.54	.81	1.12	1.36	1.35

Figura 8.- Factor de correcció per a una inclinació donada. Font: "Tablas y Ábacos para el Cálculo de Pérdidas de Carga en Instalaciones de ACS Fitxer"

Finalment, s'adoptaran les següents orientacions:

- L'angle d'inclinació, $\beta = 50^\circ$
- L'angle azimut, $\alpha = 5^\circ$

Per altra banda, s'haurà de tindre en compte el tractament contra la legionel·la a l'acumulador d'ACS. Per fer-ho hi ha dues possibilitats:

- Escalfar tot el volum de l'aigua al punt on s'acumula mitjançant el grup tèrmic propi de la instal·lació.
- Aïllar periòdicament els dipòsits solars del circuit d'alimentació de l'aigua de la xarxa i un cop aïllats els mateixos col·lectors faran que l'aigua del dipòsit arribi a la temperatura adient, és a dir 90°C , per a matar la bactèria en qüestió. Per homogeneïtzar els dipòsits i assegurar-se de que tot el volum d'aigua arribi a la temperatura necessària es necessari l'ús d'una bomba que barregi el fluid durant el tractament.

Aquesta instal·lació ha de complir tots els requisits que estableix la UNE 100030 corresponent a la prevenció i proliferació de la legionel·losi en instal·lacions d'ACS.

Per prevenir la legionel·la a la resta de la instal·lació s'haurà de tindre en compte que la caldera instal·lada sigui capaç d'eleva la temperatura de l'aigua per sobre els 90°C en qualsevol punt de la instal·lació.

3.5.3. Energia eòlica

Actualment no hi ha un marc regulador directe de les instal·lacions d'energia eòlica a nivell de generació a petita escala, però segueix comptant amb les limitacions establertes per als altres tipus de generació a partir de fonts d'energia renovables, així com la solar, no podent consumir l'energia generada i havent-la d'abocar a la xarxa. A nivell de seguretat s'hauria de seguir el REBT i el RSCIEI, a més a més de totes les normes d'impacte ambiental per la instal·lació d'un aerogenerador.

Posteriorment, s'avaluarà si el lloc és o no apte per a la instal·lació d'aerogeneradors per a la producció d'energia elèctrica, tot hi sabent quin és el marc normatiu actual a Espanya, amb la fi d'avaluar si amb el marc normatiu adient seria beneficiós o no la inversió en una instal·lació d'aquest àmbit.

3.5.4. Energia tèrmica a partir de la biomassa

En aquest punt trobem diverses normatives aplicables, les quals anirem enumerant de forma consecutiva a mesura que les anem aplicant.

En primer lloc citarem el RITE on es defineixen molts dels punts a tindre en compte per una instal·lació de generació tèrmica a partir de biomassa.

Actualment al projecte d'una instal·lació tèrmica en un edifici nou de més de 1000m² ha de figurar la comparació del sistema de generació triat amb un sistema de generació a partir de fonts renovables com la biomassa o l'energia solar tèrmica, degut a que la nau industrial va dissenyar-se fa més temps del que porta aprovat aquest reglament, no tenim aquesta comparació.

El generador de calor a partir de biomassa haurà de tindre un rendiment mínim del 80% i haurà de complir amb la normativa ambiental a la que estigui lligat en quant a emissions produïdes pels gasos de combustió. Amb això, s'indicarà la temperatura mitjana de l'aigua del conjunt generador-cremador.

El sistema de generació es revisarà cada 3 mesos, indicant-se a continuació els aspectes a revisar:

- Temperatura o pressió del fluid portador d'entrada i sortida del generador de calor.
- Temperatura ambient del local o la sala de màquines.
- Temperatura dels gasos de combustió.
- Contingut de CO i CO₂ als productes.
- Índex d'opacitat dels fums amb combustibles sòlids.
- Tir a la caixa de fums de la caldera.

Tal com se'ns resalta a l'anterior reglament, em d'assegurar-nos que la instal·lació actual compleixi amb el RD 815/2013 del 18 d'octubre (3), en el qual es defineixen els punts per la prevenció i control de la contaminació per emissions industrials.

Aquest reglament té per objecte desenvolupar i executar la Llei 16/2002 del 1 de juliol, de prevenció i control integrats de la contaminació, així com establir el règim jurídic aplicable a les emissions industrials, amb el fi de protegir el medi ambient. Alhora aplicarà a les instal·lacions de titularitat pública i privada en les que es desenvolupi alguna de les activitats industrials incloses a les categories de l'annex 1.

A l'Annex 1 es refereix a l'activitat industrial de SOME en l'apartat 2, on parla de la producció i transformació de metalls, referint-se a diverses activitats que es realitzen a la mateixa nau industrial. Tot hi això, aquest reglament defineix unes característiques per aquestes instal·lacions molt grans, és a dir, aquest reglament no aplica la nostra activitat ja que està per sota de la capacitat mínima definida a la mateixa llei. Així doncs, s'hauran de complir en qüestió de qualitat de l'aire les normes establertes dins el mateix CTE.

4. Anàlisi de consums elèctrics

4.1. Anàlisi de les factures elèctriques durant l'últim any

Per poder analitzar correctament l'impacte dels diferents consums de SOME necessitem establir quin ha sigut el cost mensual de l'energia consumida, diferenciada en costos fixos i costos variables.

Actualment el contracte està fet amb l'empresa ACCIONA, aquest es va establir a principis de l'any 2016, ja que anteriorment es tenia un contracte amb ENDESA. De l'any amb ENDESA no es conserven totes les factures, tot hi això s'han comparat els costos dels quals es disposa per dur un anàlisi envers la millora que s'ha pogut tindre amb el canvi de companyia.

El tipus de contracte establert ve donat per la tarifa 6.1A, ja que es tracta d'una instal·lació d'alta tensió amb una potència contractada en algun dels períodes de més de 450kW i la tensió subministrada es troba entre 1-30kV.

En aquest apartat es durà a terme un anàlisi anual dels diversos costos reflexats a la factura, per això es mostrarà una taula separada per mesos amb els diferents costos presentats a la factura, si es volgués aprofundir en el contingut de les mateixes, s'exposen a l'Annex 4.1.3.1 (any 2016) i a l'Annex 4.1.3.2 (any 2015). Amb aquest anàlisi el que es vol aconseguir és identificar si la potència contractada és l'adient i si el consum que s'està facturant és real. Finalment, es podria concloure si el contracte és el més òptim per la situació actual i si el fet de canviar o no de companyia comercialitzadora afavoriria econòmicament els interessos de l'empresa, és a dir, si es reduirien costos.

A la taula següent es mostra un resum dels costos mensuals especificats a la factura, per entendre millor el concepte de cadascun d'ells es realitza una breu explicació:

Data inicial: inici del període de facturació.

Data final: final del període de facturació.

Cost energia: és el cost en € de l'energia consumida durant el període de facturació adient. Cada mes varia en funció dels períodes establerts.

Resultat ordres preu fix: és el cost en € associat a la potència facturada en cada ordre de tancament, sent un 50% del total en el primer i d'un 25% del total en els restants. Sent un cost fix associat a la potència contractada per període horari.

Unitats	Ordre de tancament 1	Ordre de tancament 2	Ordre de tancament 3
Període 1	0,063514	0,064868	0,065007
Període 2	0,060418	0,061706	0,061838
Període 3	0,051267	0,052359	0,052472
Període 4	0,046395	0,047384	0,047485
Període 5	0,045211	0,046175	0,046274
Període 6	0,040066	0,04092	0,041008

Taula 7.-Preu fix associat a ordre de tancament

Energia ATR: és el cost en € pel terme fix associat a l'energia consumida. A continuació una taula amb el cost segons el període horari en el que s'ha consumit l'energia.

Període	Preu energia ATR (€/kWh)
P1	0,026674
P2	0,019921
P3	0,010615
P4	0,005283
P5	0,003411
P6	0,002137

Taula 8.-Cost fix de l'energia per kWh consumit

Potència ATR: és el cost de la potència contractada fixa per període horari. En el cas de SOME hi ha contractada una potència de 550kW pels períodes horaris de P1 a P5 i de 650kW pel període P6. A continuació a més d'una taula de preus per període s'adjunta un calendari sobre els períodes associats a cada mes i hora del dia.

Període	Preu potència contractada (€/kWh)
P1	39,139
P2	19,587

P3	14,334
P4	14,334
P5	14,334
P6	6,54

Taula 9.-Preu fix de la potència contractada segons període

Horas	0-8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Enero	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2
Febrero	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2
Marzo	P6	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4
Abril	P6	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5
Mayo	P6	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5
1-15 Junio	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4
16-30 Junio	P6	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
Julio	P6	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
Agosto	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
Septiembre	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4
Octubre	P6	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5
Noviembre	P6	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4
Diciembre	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2

Figura 9.- Distinció dels períodes horaris segons mes i hora. Font:

<http://comparadorluz.com/empresas/tarifas-6-periodos>

Reactiva: és el cost en € de la potència reactiva consumida per una mala compensació de l'energia a la instal·lació. El preu per kVarh és de 0,041554€.

Excessos de potència: és el cost en € per la diferència entre els pics de potència instal·lada màxima i la potència contractada.

Període	Preu excessos (€/kWh)
P1	1,4064
P2	0,7032
P3	0,5204
P4	0,5204
P5	0,5204
P6	0,2391

Taula 10.-Preu excessos potència (€/kWh)

Impost elèctric: és un cost fix en tant per cent respecte els costos variables de la factura del 5,11269632%.

Lloguer d'equips de mesura: és un cost mensual fix, imposat per la companyia subministradora per amortitzar els equips de mesura establerts pel correcte funcionament de la línia. En aquest cas és de 61,74€/mes.

IVA: impost de valor afegit, sent d'un 21% respecte la suma de tots els costos anteriors.

Data inicial	Data final	Cost energia	Resultat ordres preu fix	Energia ATR	Potència ATR	Reactiva	Excessos Potència	Impost Elèctric	Lloguer d'equips mesura	IVA
01/01/2016	31/01/2016	13407,53	3524,74	3531,72	5099,04	0	295,23	243,23	61,74	5494,28
01/02/2016	29/02/2016	11531,86	6592,11	3807,83	4770,05	571,61	68,21	257,22	61,74	5808,73
01/03/2016	31/03/2016	10863,27	4381,81	1405,02	5099,04	0	315,37	207,54	61,74	4690,10
01/04/2016	30/04/2016	10194,84	5181,9	797,97	4934,52	0	208,16	200,54	61,74	4531,73
01/05/2016	31/05/2016	11004,88	3775,49	776,43	5099,04	0	147,28	195,69	61,74	4422,72
01/06/2016	30/06/2016	13221,58	2582,74	2556,82	4934,52	0	535,36	224,19	61,74	5064,56
01/07/2016	31/07/2016	15338,39	3864,89	4269,69	5099,04	0	703,9	275,41	61,74	6218,74
01/08/2016	31/08/2016	8012,22	-372,85	330,24	5099,04	0	0	122,95	61,74	2783,20
01/09/2016	30/09/2016	15226,52	281,12	1487,72	4934,52	0	288,82	209,02	61,74	4722,77
01/10/2016	31/10/2016	16605,41	-3140,62	718,2	5099,04	0	108,76	182,42	61,74	4123,34
01/11/2016	30/11/2016	19066,7	-3814,82	1420,38	4934,52	0	214,93	205,27	61,74	4638,63
01/12/2016	31/12/2016	15026,39	-2261,29	2663,52	5099,04	0	254,56	195,52	61,74	4418,29
Totals		159499,59	20595,22	23765,54	60201,41	571,61	3140,58	2519	740,88	56917,09

Taula 11.-Desglossament dels costos de la factura energètica mensual segons motiu

Per fer més visual quin tant per cent anual fa referència als costos fixes i als costos variables, referents als diferents termes de la factura, es realitza un gràfic representatiu de cadascun dels termes desglossats a la taula anterior.

Desglossament de costos respecte el total anual

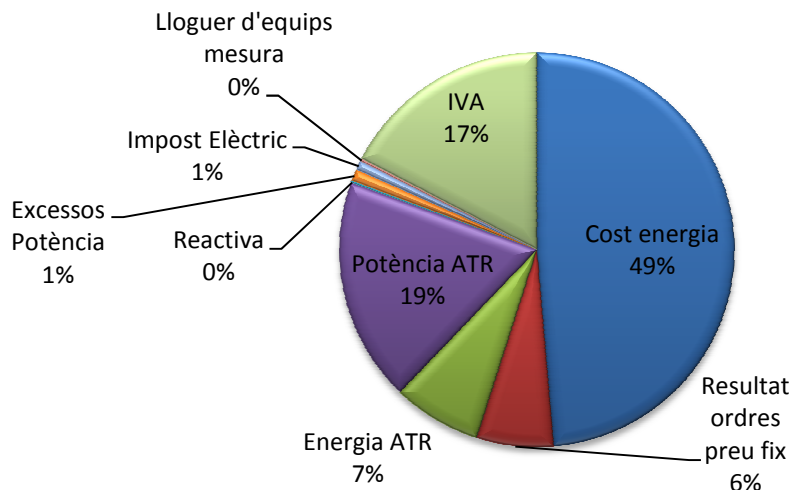


Figura 10.- Desglossament de costos anuals factura.

Aquest gràfic completament representatiu de la situació actual a Espanya en referència al cost real de la factura elèctrica, ens mostra com només un 50% de la factura està associat al preu de l'energia consumida i a les "multes" per energia reactiva i excessos de potència, ja que tota la resta de la factura va associada a impostos. Amb aquesta conclusió, només queda accentuar el fet de que tan sols podrem reduir els costos de la factura en el terme associat a energia consumida i potència contractada.

4.2. Consum de la maquinària

4.2.1. Identificació dels consums existents

En aquest punt s'identificaran quins han sigut els consums de SOME en aquest últim any 2016, per així poder comparar els consums teòrics amb els consums reals mesurats, i finalment comparar tot el conjunt amb els consums facturats per la companyia.

Per poder desglossar correctament els consums de tota la maquinària existent a l'empresa em diferenciat aquest apartat en tres grans apartats: el primer consisteix a identificar tots els punts de consum existents i quantes hores han treballat en cada mes de l'últim any, el segon punt consisteix en identificar quina potència teòrica té cadascun dels punts de consum de la fàbrica, i finalment l'últim apartat en el que mesurarem en quina potència nominal funcionen els diferents punts de consum.

1.-Identificació dels punts de consum i les seves hores de funcionament

Per a dur a terme aquest apartat farem ús d'una plataforma online de la qual disposa l'empresa i amb la qual calculem quin és l'OEE de cada centre de treball que hi ha registrat per secció. Per entendre aquesta frase s'ha de fer incís en el fet de que cada màquina de la fàbrica disposa d'un número de centre de treball, i per diferenciar els diferents processos, com podrien ser tallar o soldar, s'agrupen els diferents centres de treball en seccions. Actualment SOME disposa de 9 seccions: 501 (premses manuals), 502 (premses excèntriques i màquines de soldar i enssemblar), 525 (premses excèntriques), 530 (màquines de soldar i rematxar), 503 (màquines de soldar), 504 (soldadures i plegadores), 505 (punxonadores i làser), 514 (bàscula, màquina de desbarbar i desengreix) i la 520 (roscadora, rematxadora i màquines de qualitat). La secció 530, la 520 i la 525 no surten avaluades en el treball ja que s'han desglossat a principis d'aquest any 2017 per la incorporació de nova maquinària i fins ara no eren representatives en l'OEE de l'empresa.

A partir d'aquesta cerca es poden establir dos paràmetres bàsics per aquest estudi, el primer, les hores totals que aquella màquina ha estat encesa i connectada a xarxa, és a dir, les hores totals que ha consumit, i en segon lloc, podem diferenciar quantes d'aquestes hores realment ha estat picant peces o duent a terme la funció de la pròpia màquina, i quantes hores ha estat encesa sense dur res a terme. En aquest segon règim de funcionament s'ha de fer un incís en el fet de que potser la màquina no es podia aturar pel fet de que ha de mantindre una temperatura adient per dur a terme l'operació, o s'estaba duent a terme alguna verificació sobre el seu funcionament i tampoc es podia

aturar... Tot hi així, es dedueix que aquests casos són un tant per cent mínim comparat amb les hores que realment ha estat parada sense fer res (per norma general).

A continuació es mostra un exemple d'una de les taules, del mes de gener i de la secció 514, a partir de les quals s'obtenen aquestes dades:

Maq.	Definició	OEE	Disp.	Rend.	Calid ad	Plan.	Func . Utili z.	Func . Ópti .	Micr P	Efec t.	No Q.
8046-1	BÀSCULA PETITA	9,88%	11,72 %	84,31 %	100,0 0%	400,3 9	46,9 1	39,5 5	7,36	39,5 5	0,0 0
8046-1	BÀSCULA PETITA	159,0 0%	95,00 %	167,3 7%	100,0 0%	3,03	2,88	4,82	0,00	4,82	0,0 0
8046-2	BÀSCULA PETITA	41,17 %	39,42 %	104,4 4%	100,0 0%	254,7 3	100, 41	104, 87	0,00	104, 87	0,0 0
8046-2	BÀSCULA PETITA	11,38 %	18,80 %	60,55 %	100,0 0%	19,94	3,75	2,27	1,48	2,27	0,0 0
8046-3	BÀSCULA PETITA	5,76%	6,64 %	86,83 %	100,0 0%	206,6 7	13,7 2	11,9 1	1,81	11,9 1	0,0 0
9510-8	INSTAL·LA CIÓ DESENGR EIX	2,49%	6,18 %	40,36 %	100,0 0%	342,8 4	21,1 9	8,55	12,6 4	8,55	0,0 0
9510-9	INSTAL·LA CIÓ DESENGR EIX	0,00%	0,00 %	0,00% %	0,00%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0 0
9510-9	INSTAL·LA CIÓ DESENGR EIX	5,19%	21,47 %	24,16 %	100,0 0%	460,0 7	98,7 6	23,8 6	74,9 0	23,8 6	0,0 0
TOTALES											

PP01	16,20	14,74	109,9	100,0	3957,	583,	641,	0,00	641,	0,0
	%	%	2%	0%	67	35	20		20	0
Zero	13,27	44,43	339,4	100,0	1622,	322,	215,	107,	215,	0,0
	%	%	6%	0%	20	75	29	46	29	0
TOTAL	15,35	16,24	94,53	100,0	5579,	906,	856,	49,6	856,	0,0
L	%	%	%	0%	87	09	49	0	49	0
PLAN TA	7,37%									

Taula 12.- Taula càlcul hores mensuals CT. Font: OEE-SOME

S'ha de remarcar que aquesta taula s'ha escurçat per fer més adient la seva interpretació, ja que la secció consta de molts més centres de treball. Com es pot veure hi han centres de treball desglossats en subcentres, els quals es mostren en un altre color, això és degut a diferents ordres que s'han introduït durant certes accions, mentres ja estava introduïda una referència de peça a la mateixa màquina, com a planificació de producció.

A partir de la taula anterior podem observar els paràmetres mencionats, definits a la taula com a Hores Planificades (Plan.) i Hores Efectives (Efect.), així doncs a partir d'aquestes dades si es conegués el potencial de cada màquina podriam determinar quin és el seu consum mensual, fent una simple multiplicació:

$$\text{Consum màquina} = \text{Potència instal·lada} * \text{Hores treballades mensuals}$$

Aquesta fórmula fora la idònia si les màquines funcionessin sempre a la potència nominal fixada a la placa bàsica de cada màquina, però, certament això no és així, ja que en aquesta placa no es contempla el fet de que la màquina estigui aturada i no faci res, o funcioni a un règim diferent per al qual ha estat dissenyada i mecanitzada.

2.-Identificació de la potència instal·lada en cada punt de consum

Per tant, a continuació s'ha de recopilar tota la informació existent de la maquinària actual en quant a potència instal·lada, modificacions, substitucions... Aquest apartat resulta ser més feixugós del que semblava en un principi, ja que hi ha molta informació que s'ha perdut o que no s'ha tingut mai. Hi han màquines que ja no existeixen però encara es contemplen com a punts de consum... Tot hi això a partir de la informació obtinguda i simplement la inspecció a fàbrica de quines són les màquines que falten i

quines característiques tenen, podem realitzar un llistat de tot el conjunt, tal i com podem veure en l'Annex 4.3, on trobem tots els centres de treball diferenciats dins de cada secció. Com es pot observar hi ha dos columnes referents a la seva potència instal·lada, una amb kW i un altra amb CV, això es deu a l'antiguitat d'algunes màquines de l'empresa.

Amb aquestes dades podem veure com els elements amb més potència instal·lada són els centres de soldadura, ja que necessiten disposar de corrents molt elevats per poder funcionar correctament. Aquest llistat al qual encara faltarien incorporar-hi tots els elements que no són maquinària en si, com són: enllumenat, aparells de climatització, sistemes de compressió i d'altres consums més bàsics com els petits electrodomèstics, disposa d'una potència instal·lada total de 2.602kW, una xifra molt llunyana de la potència contractada per SOME, ja que com es pot veure a les factures elèctriques disposa d'una potència instal·lada per període de 550kW en els 5 primers i de 650kW en el darrer, estan al voltant d'una cinquena part de la xifra mencionada. Com es pot veure a les factures hi han petits pics en els diferents períodes mensuals, tot i que mai arriben a superar-los d'una forma exagerada, així doncs, simplement amb aquestes dades podríem dir: o bé, que el coeficient de simultaneïtat de la maquinària és molt baix, o bé que hi han moltes màquines que directament no s'utilitzen. Per poder obtindre una conclusió correcta s'haurà de mesurar quin és el consum real de cada centre de treball.

Un cop establerta la potència teòrica de cadascun dels centres de treball podrem identificar quin és el consum teòric de cadascun d'ells, fet que ens donarà una idea de sobre quins marges treballem, i ens servirà per contrastar la potència real amb ella, podent identificar si la màquina funciona en un règim superior o inferior per al qual ha estat dissenyada, podent establir plans d'acció per substituir-les o realitzar plans de manteniment preventius.

3.-Identificació de la potència de funcionament real de cada centre de treball

En aquest apartat s'haurà de fer incís en el fet de que la forma de mesurar idoniament quin és el consum de cada centre de treball, d'una forma real, és tindre un analitzador de xarxes per monitoritzar quina és l'evolució del consum durant una setmana típica de funcionament per al centre de treball en qüestió, de forma que després, a partir d'una simple descàrrega al nostre ordinador podem analitzar quines són les fluctuacions que ha experimentat el centre de treball en qüestió. Tot hi això, com l'empresa no disposa d'aquests equips, i s'haurien de comprar o llogar, es decideixen dur a terme aquestes mesures amb l'ús d'una pinça amperimètrica, amb la qual podrem mesurar quines són les intensitats que circulen per cada centre de treball i sabent si funcionen amb un règim

trifàsic o continu, podrem saber quina fórmula aplicar per calcular la potència de cada equip. L'ús d'una pinça amperimètrica té les seves desavantatges, ja que la mesura que fa és d'un corrent mitjà, en el qual no es veuen reflexats els diferents pics i valls que experimenta la màquina durant el seu funcionament.

Les fórmules a utilitzar per calcular la potència de funcionament en cada cas serien les següents:

$$P_{CA} = I_{mitja} * V * \sqrt{3} * \cos(\theta)$$

On:

P_{CA} : Potència corrent trifàsica, en W

V: Tensió, en V.

$\cos(\theta)$: Factor de potència, és de 0,99 a tota la planta.

$$P_{CC} = I_{mitja} * V * \cos(\theta)$$

On:

P_{CC} : Potència monofàsica, en W

De cada màquina s'han dut a terme dos mesures, una en que s'ha mesurat el corrent quan la màquina està picant peces i un altra mesura quan la màquina esta encesa però no està picant peces, a aquest segon mode de funcionament l'he anomenat funcionament en repòs. Així doncs, a partir d'aquestes dues mesures podem determinar quin és el consums de cada centre de treball en dos modes de funcionament, a diferenciar del consum teòric, que només contemplava un consum d'aquests dos. El resultat per cada secció i centre de treball es pot consultar a l'Annex 1.

Amb aquestes dades podem generar diversos gràfics interessants per avaluar els diferents consum de cada centre. En primer lloc, ens interessa comparar quines diferències hi ha entre el consum teòric i el consum total de cada centre de treball, en aquest cas el consum total real és la suma del consum real picant i el consum real en repòs. A continuació podem veure els gràfics diferenciats per seccions, on és veu l'evolució anual envers el consum real i el teòric.

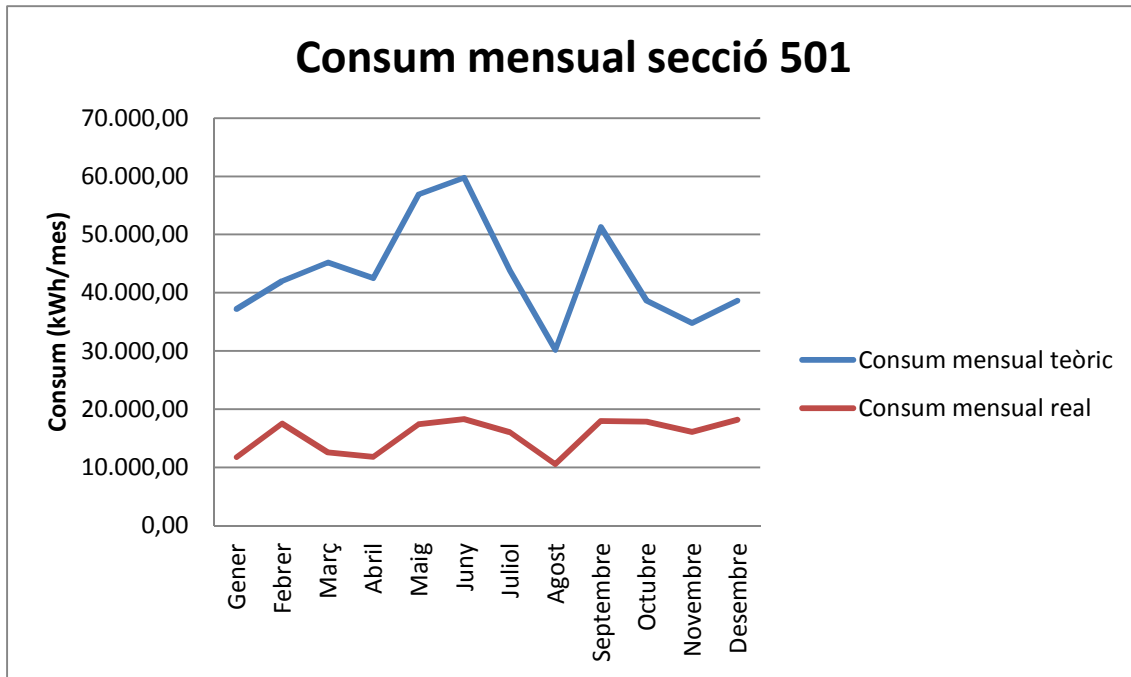


Figura 11.-Consum mensual secció 501. Font: pròpia

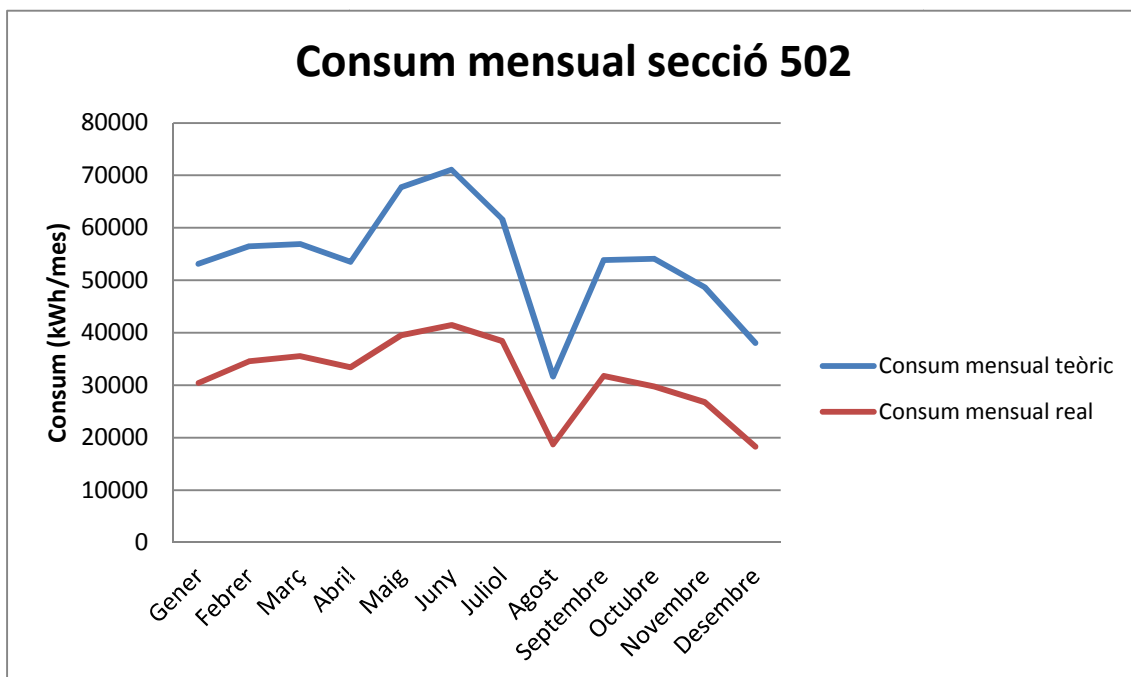


Figura 12.-Consum mensual secció 502. Font: pròpia

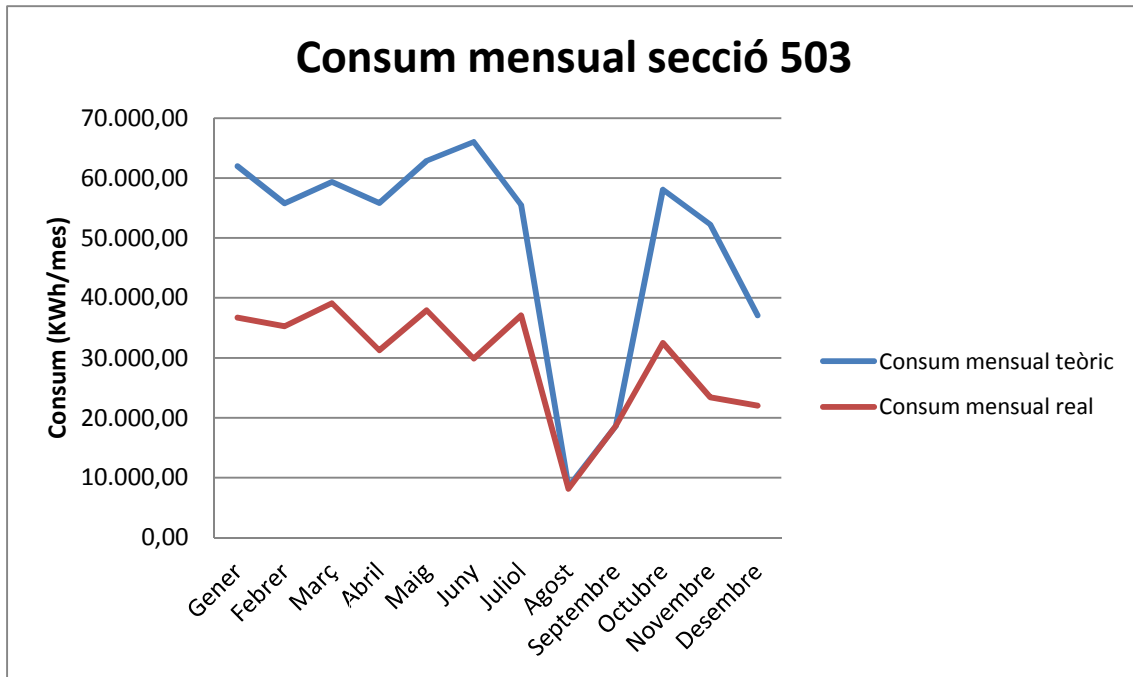


Figura 13.-Consum mensual secció 503. Font: pròpia

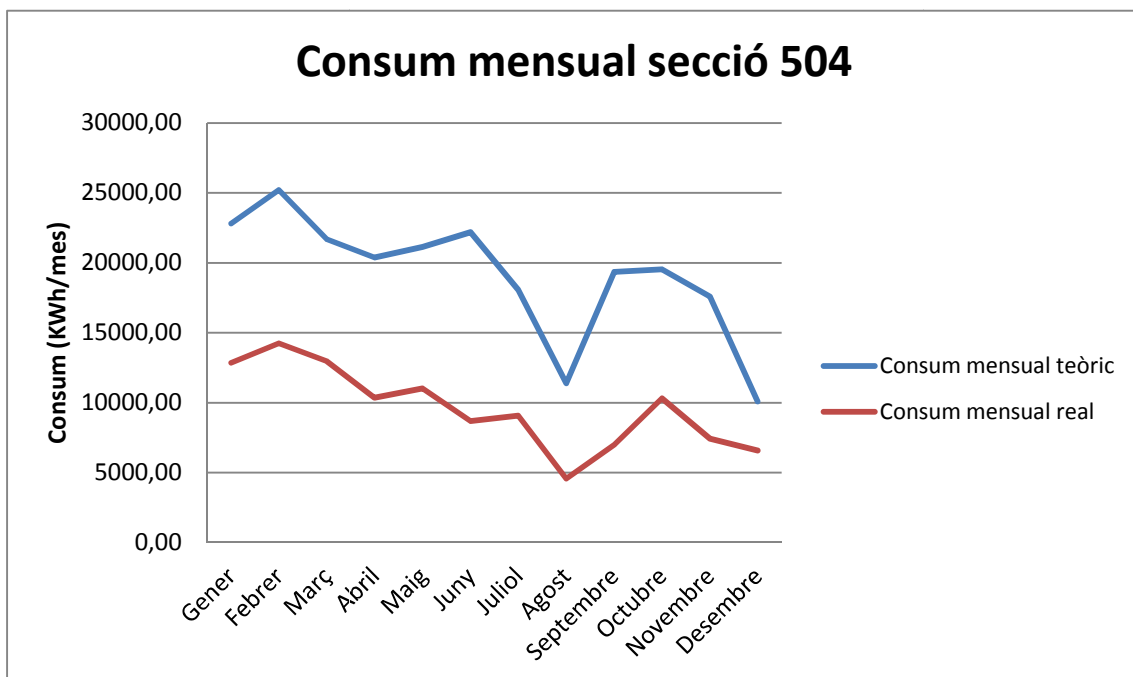


Figura 14.-Consum mensual secció 504. Font: pròpia

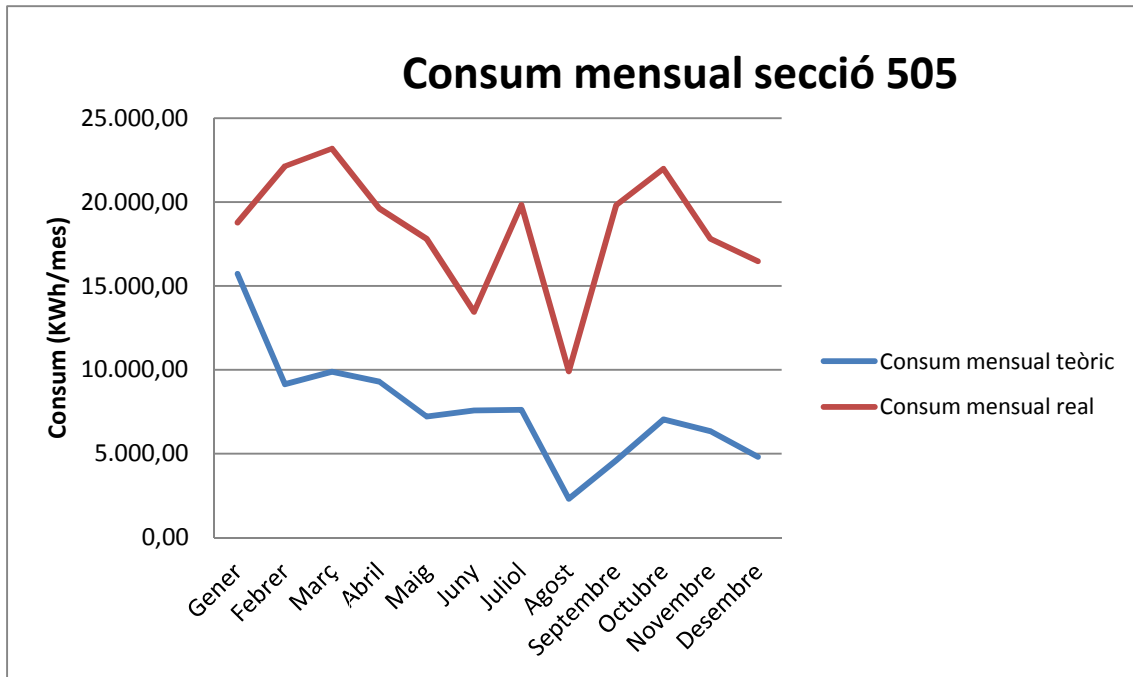


Figura 15.-Consum mensual secció 505. Font: pròpia

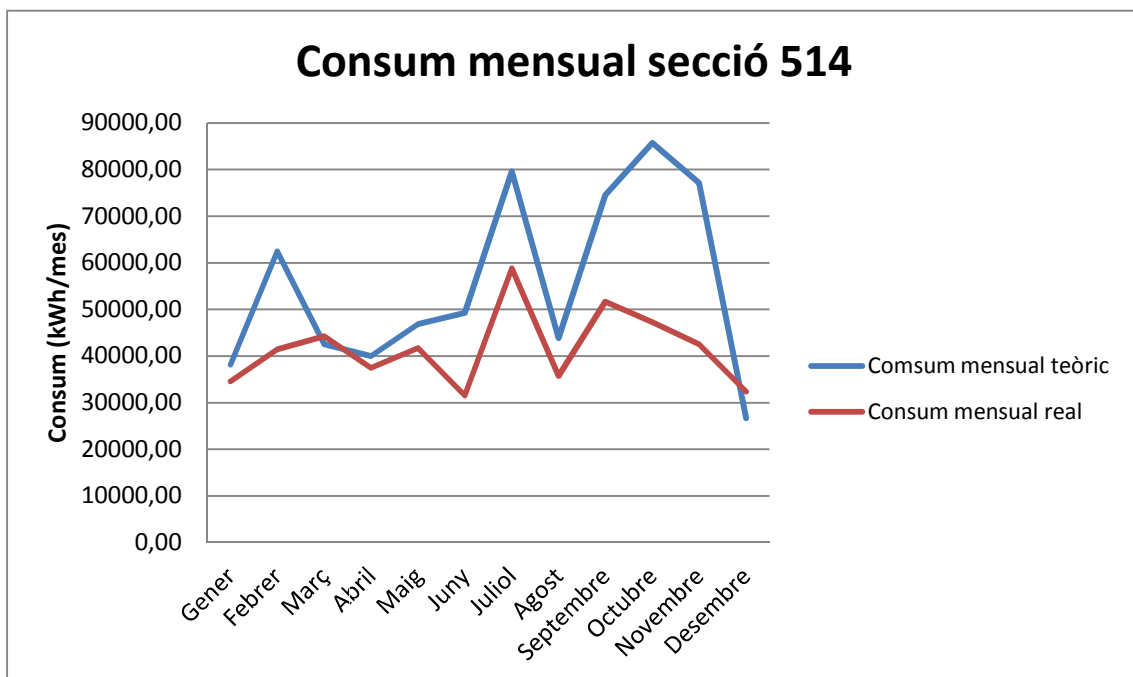


Figura 16.-Consum mensual secció 514. Font: pròpia

Com es pot veure en les gràfiques anteriors, exceptuant la secció 505 i el mes de març en la secció 514, els centres de treball tenen un consum real bastant per sota del consum

teòric mensual, això es deu al fet de que la potència nominal de funcionament sol ser bastant inferior a la potència instal·lada de la màquina, tot hi que se li suma el consum en repòs de la mateixa, no arribem a col·locar-nos al consum teòric, i pel qual tindríem un cost molt més elevat a la factura elèctrica.

Amb aquests gràfics podem concloure que els centres de treball, en general, funcionen a una potència nominal per sota de la seva potència instal·lada i que alhora hi ha un coeficient de simultaneïtat baix, a excepció de la secció 505 on la maquinària establerta funciona a un ritme superior pel qual ha estat dissenyada, i on a més, els diferents elements tenen un consum elevat en repòs.

Un cop establert aquest consum total podem diferenciar quin és el consum per centre de treball en cadascun dels dos règims, per poder diferenciar així quins són els punts amb un consum més elevat, en cadascun dels dos règims, ja que cadascun d'ells necessitarà plans d'accions diferents.

A continuació mostrem la diferenciació de cadascun dels consums anuals per seccions de cadascun dels centres de treball de la planta, funcionant en els dos règims establerts.

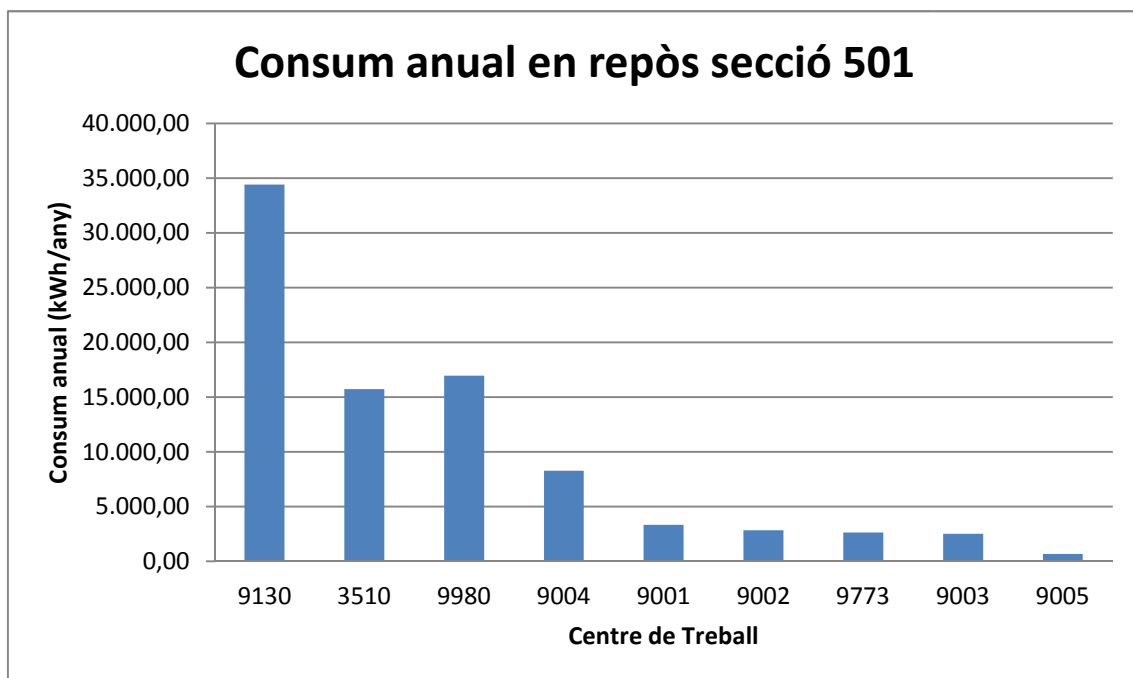


Figura 17.-Consum anual en repòs secció 501. Font: pròpia

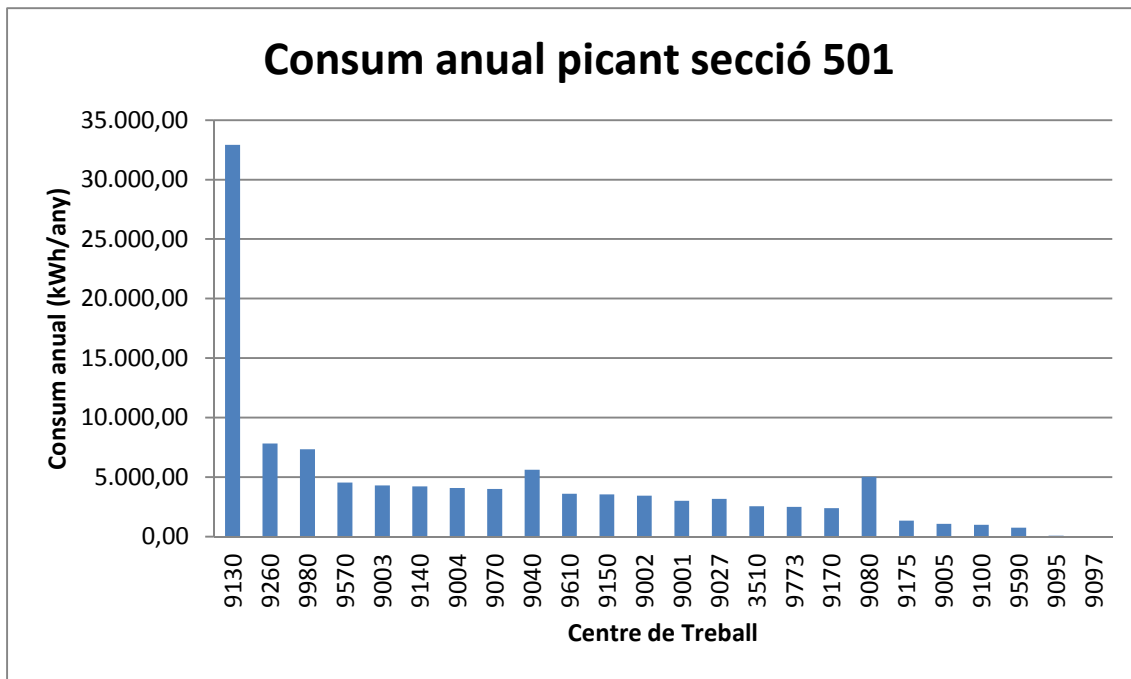


Figura 18.-Consum anual picant secció 501. Font: pròpia

Fent referència a aquesta secció en concret podem veure que el centre de treball 9130, és una premsa hidràulica de 500 tones, té el consum més elevat de tota la secció tant picant com sense picar, tot hi això s'observa com pràcticament té el mateix consum en els dos règims, i com en el règim de repòs no es mostra tan allunyada de la resta. Al tractar-se d'una premsa podem concloure que si s'instal·lés qualsevol mètode de parada automàtica al cap d'un temps establert sense fer res es podria reduir el consum d'aquest centre de treball en gairebé un 50%.

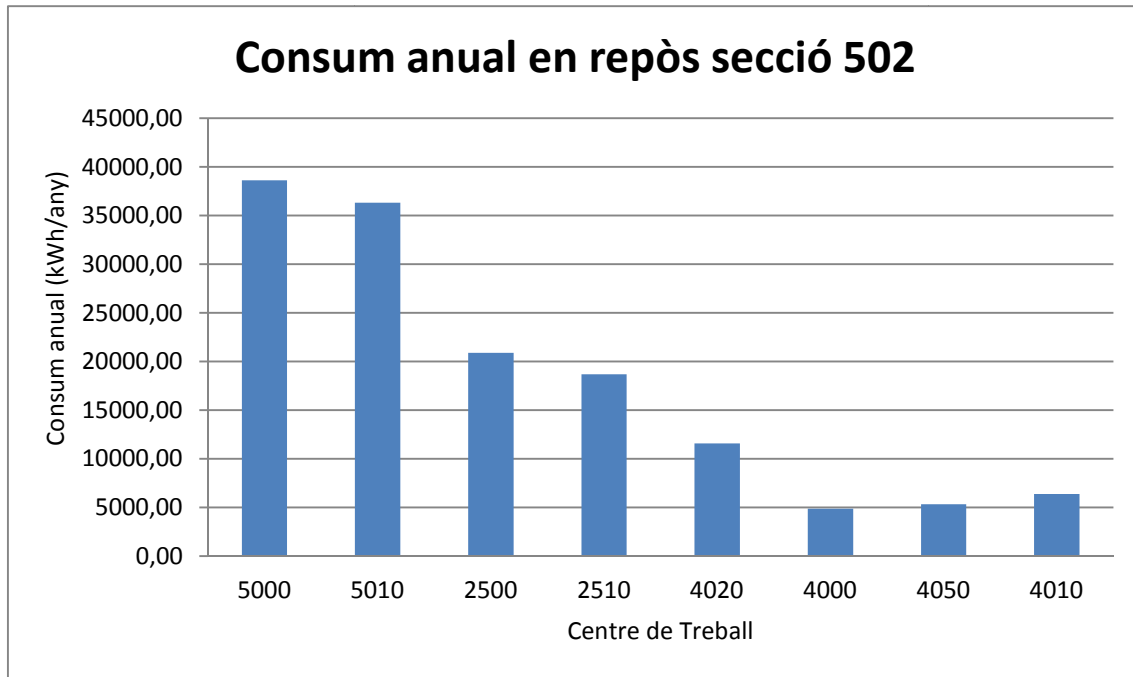


Figura 19.-Consum anual en repòs secció 502. Font: pròpia

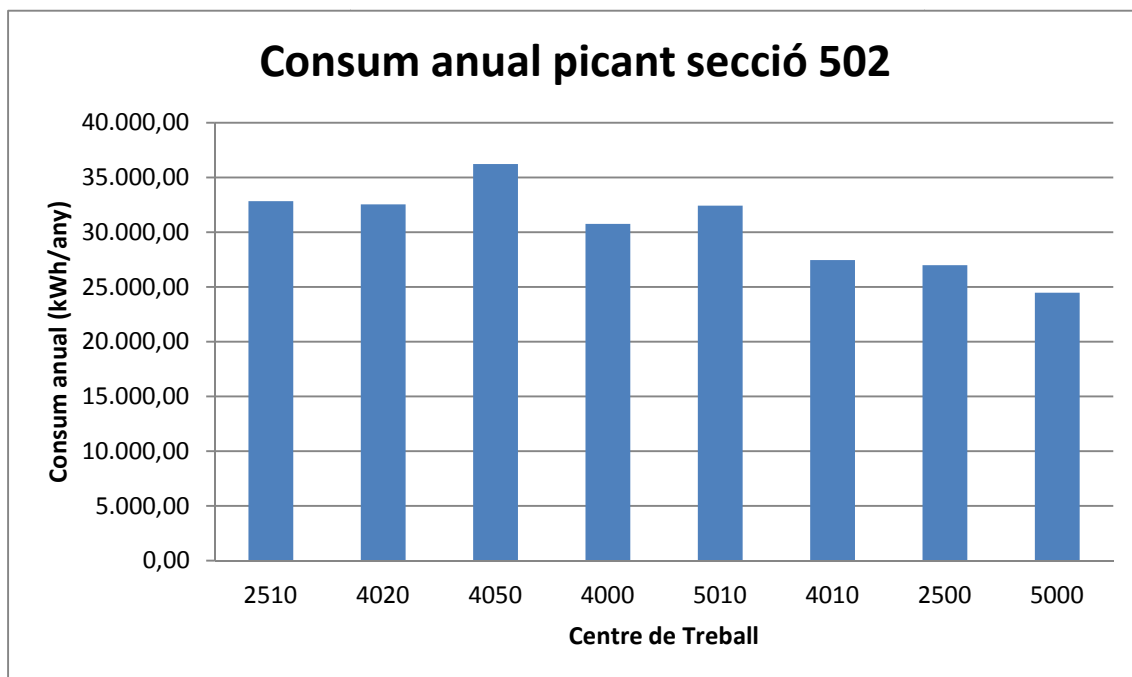


Figura 20.-Consum anual picant secció 502. Font: pròpia

En aquesta secció observem com els centres de treball 5000 i 5010 que són premses excèntriques de 500 tones tenen un consum més elevat en repòs que no picant, deduïnt

per conseqüència que qualsevol acció de correcció en aquest mode de funcionament faria reduir en un 60-70% el consum anual d'aquestes premses, sumant uns 40.000kWh/any entre els dos centres de treball. Per altra banda el centre de treball 2510, una premsa excèntrica de 250 tones consumeix un 75% en repòs i un 25% picant respecte la suma total anual, sent molt substancials aplicar mètodes correctius, com la parada automàtica amb temporitzador... Aconseguint un gran estalvi amb la seva implantació.

Respecte a aquesta secció és important esmentar que és la secció on els resultats obtinguts són més reals, ja que està pràcticament automatitzada, i el temps de funcionament s'introdueix automàticament per la màquina, a diferència de la gran majoria de premses de la planta, on els mateixos operaris introdueixen les peces picades manualment, fet que pot esdevenir a errors.

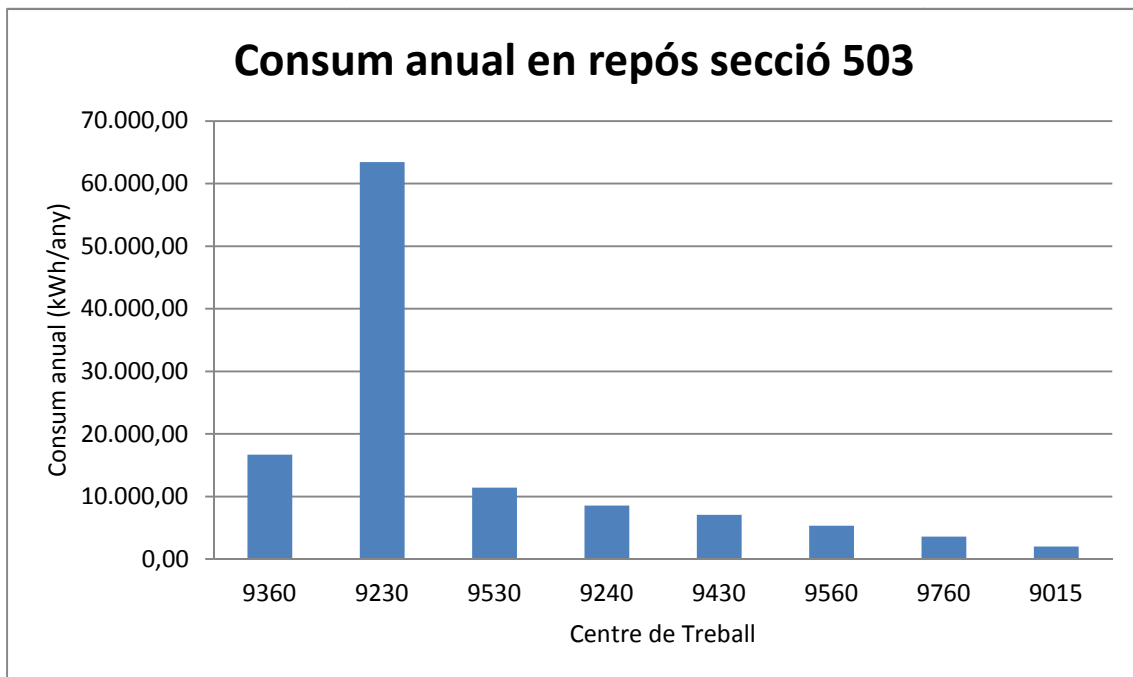


Figura 21.-Consum anual en repòs secció 503. Font: pròpia

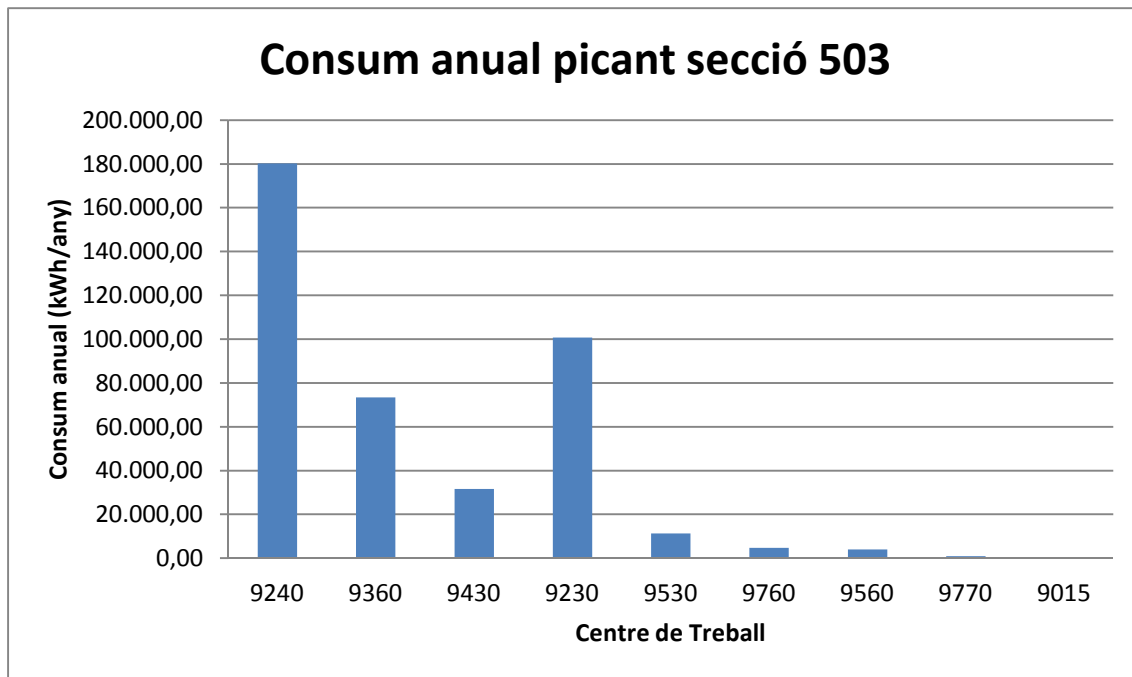


Figura 22.-Consum anual picant secció 503. Font: pròpia

En aquesta secció el centre de treball 9240, premsa de soldadura, és el que té el consum més elevat anualment picant, però en règim de repòs pràcticament no arriba a consumir el 8% del seu consum total, per tant podem dir que una intervenció per reduir el seu consum en repòs pràcticament no afectaria al seu rendiment energètic, tot hi això caldria estudiar si no hi han premses de soldadura que tinguin un consum menor duent a terme la seva tasca. En la mateixa secció trobem el centre de treball 9230, és tracta d'una màquina de soldadura per punts, i podem veure com aquesta sí que té un consum molt elevat en règim de repòs comparat amb el seu consum en règim de treball, situant-se sobre el seu 40% respecte el total, deduint que una intervenció per reduir aquest temps de connexió comportaria grans beneficis.

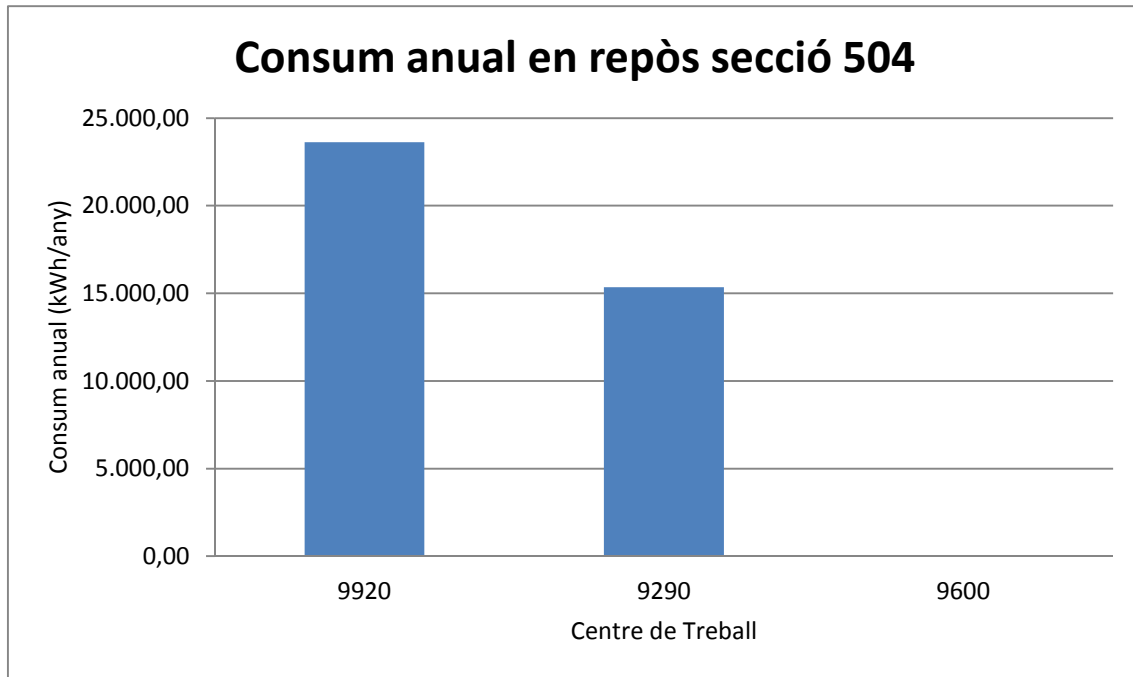


Figura 23.-Consum anual en repòs secció 504. Font: pròpia

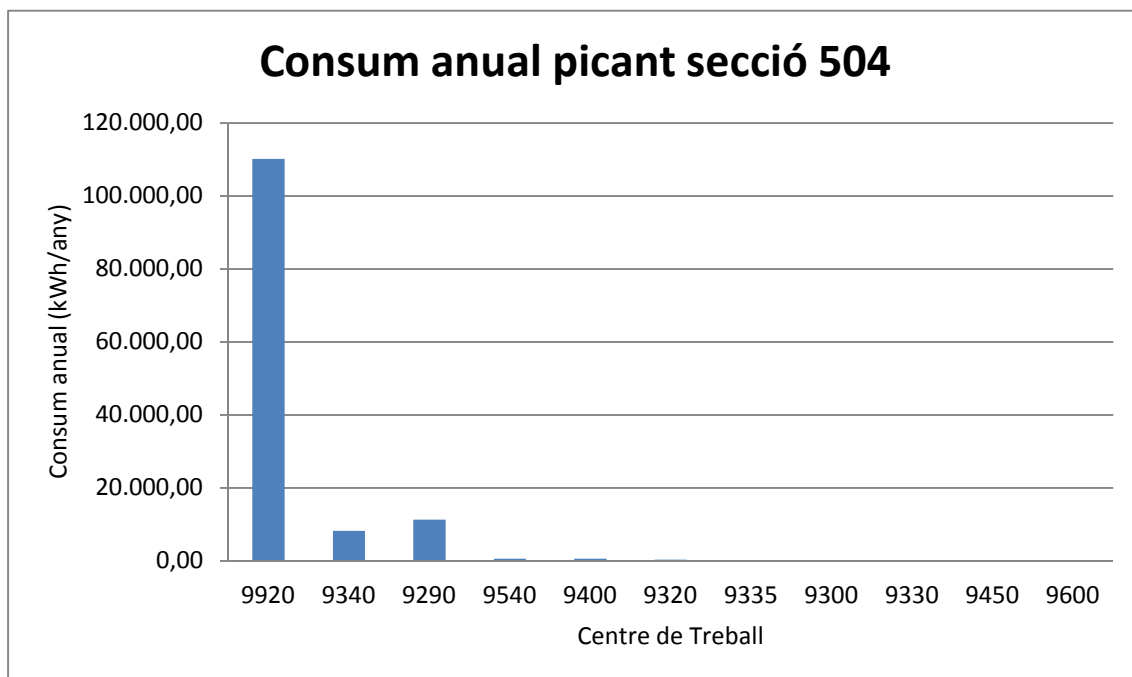


Figura 24.-Consum anual picant secció 504. Font: pròpia

En aquesta secció bàsicament trobem dos centres de treball amb un consum en repòs elevat, ja que els CT 9920, Plegadora Triumph, i el CT 9290 és una plegadora. El primer

d'ells suma gairebé uns 23000 kWh/any i el segon uns 14000 kWh/any en règim de repòs. Per altra banda mirant la gràfica de consum anual picant dels CT s'observa com en la mateixa secció hi ha altra maquinària que es pràcticament irrellevant comparat amb el consum anual de la plegadora Trumph. Un altra característica important ha destacar és que la plegadora del CT-9290 té un consum anual més elevat en règim de repòs que en règim de treball, sent doncs una màquina deficitària ha nivell energètic i a la que és important realitzar una actuació.



Figura 25.- Fotografia d'un mòdul de la plegadora Trumph (centre de treball 9920)

A continuació fem un anàlisi de les característiques tècniques dels dos centres de treball esmentats:

Nom	Potència teòrica (kW)	Potència real picant (kW)	Potència real en repòs (kW)
9920-Plegadora Trumph	30	16,5	4,5
9290-Plegadora Ajial/Mebusa	16,5	16,5	3

Taula 13.-Característiques tècniques Plegadora Trumph i Plegadora Ajial

Així doncs, s'observa com la plegadora Triumph funciona pràcticament al 50% de la seva potència nominal i, com la plegadora Ajial/Mebusa, tot hi funcionar al 100% de la seva potència nominal té un consum anual picant molt inferior al de la plegadora Triumph, indicant-nos que funciona un temps molt menor, tot hi això podem aproximar que estan un 20% del seu temps anual en règim de treball i un 80% en règim de repòs.

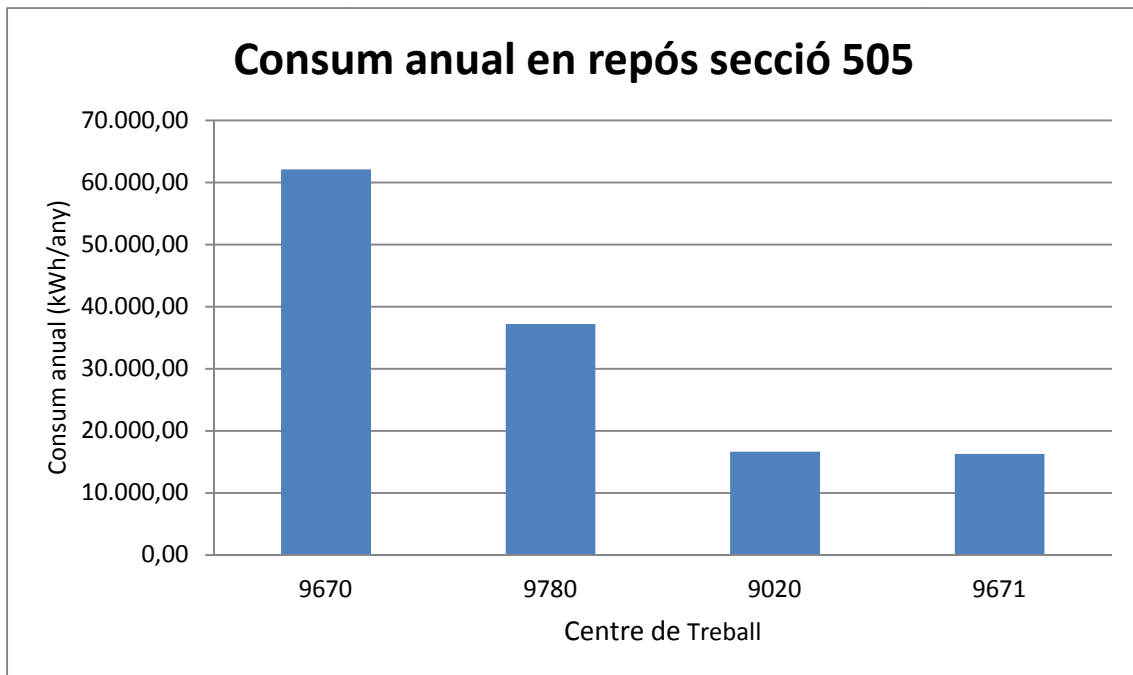


Figura 26.-Consum anual en repòs secció 505. Font: pròpia

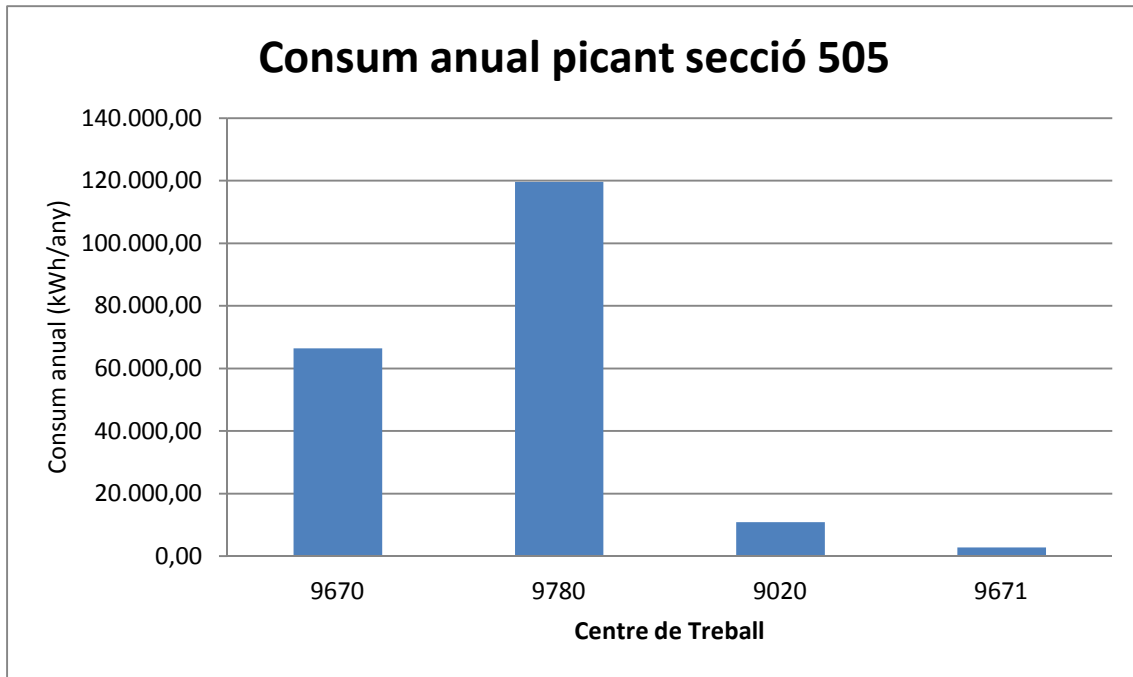


Figura 27.-Consum anual picant secció 505. Font: pròpia

En aquesta secció 505 ens trobem amb quelcom similar a l'anterior secció, ja que hi ha dos centres de treball que tenen un alt consum en règim de treball, com són: 9670 (Punxonadora Goiti) i el 9780 (Làser Prima), a més a més, el tercer punt de consum més elevat en règim de repòs és el CT 9020, el qual té un consum més elevat en aquest règim que en règim de treball, és tracta de l'esmerilidadora Grindingmaster.

La punxonadora Goiti té un consum repartit gairebé en un 50% per a cadascun dels règims de treball, tenint un consum molt elevat en cadascun dels dos règims, amb un consum total pròxim als 120.000 kWh/any, sent doncs un punt de gran consum per a la planta.



Figura 28.-Fotografia Làser Prima

A continuació analitzarem les característiques tècniques d'aquests tres centres de treball:

Nom	Potència teòrica (kW)	Potència real picant (kW)	Potència real en repòs (kW)
9670-Punxonadora Goiti	20	31	20
9780-Làser Prima	35	37,5	15
9020-Esmerilidadora Grindingmaster	38	17,1	7,1

Taula 14.-Característiques tècniques Punxonadora Goiti, Làser Prima, Esmerilidadora Grindingmaster

S'observa com la Punxonadora Goiti funciona a un règim de treball bastant per sobre del nominal i com, a més a més, té una potència nominal en repòs igual que la potència nominal teòrica, esdevenint a un consum, en aquest règim, molt elevat, tal i com sens

presenta en el gràfic. Per altra banda la làser prima també té un consum en règim de repòs prou elevat, amb 15kW instal·lats.

Podent concloure que hauria de ser relativament senzill reduir el consum en règim de repòs en aquesta secció, ja que la punxonadora no es pot aturar del tot si té programada una tasca més tard en el mateix dia.

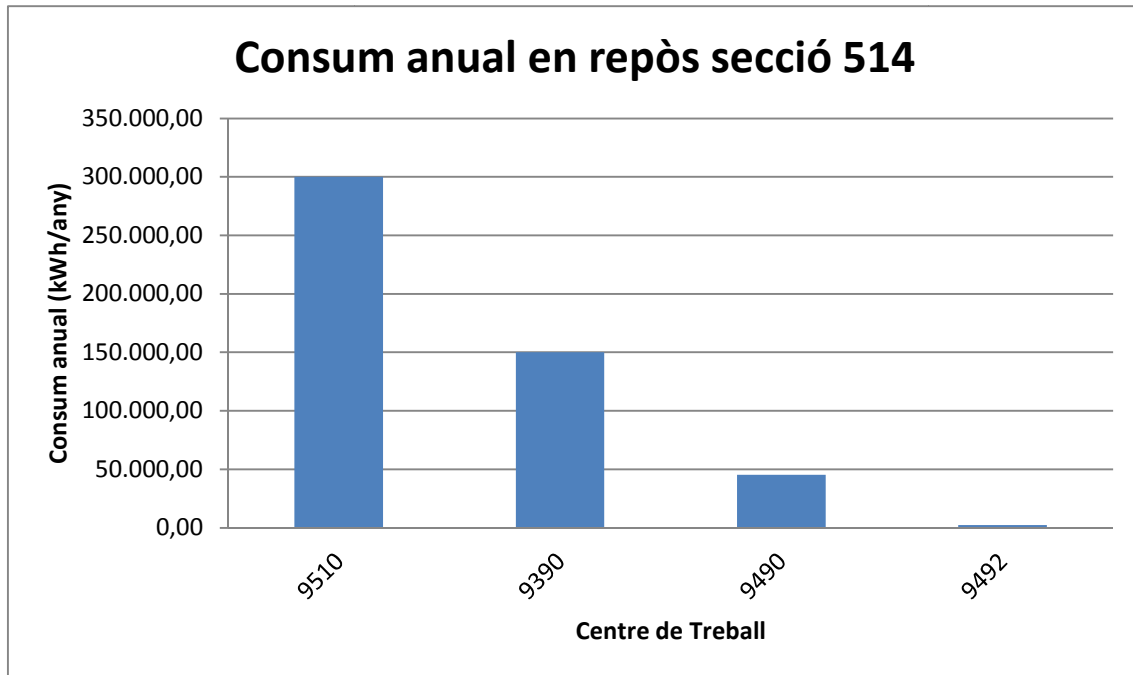


Figura 29.-Consum anual en repòs secció 514. Font: pròpia

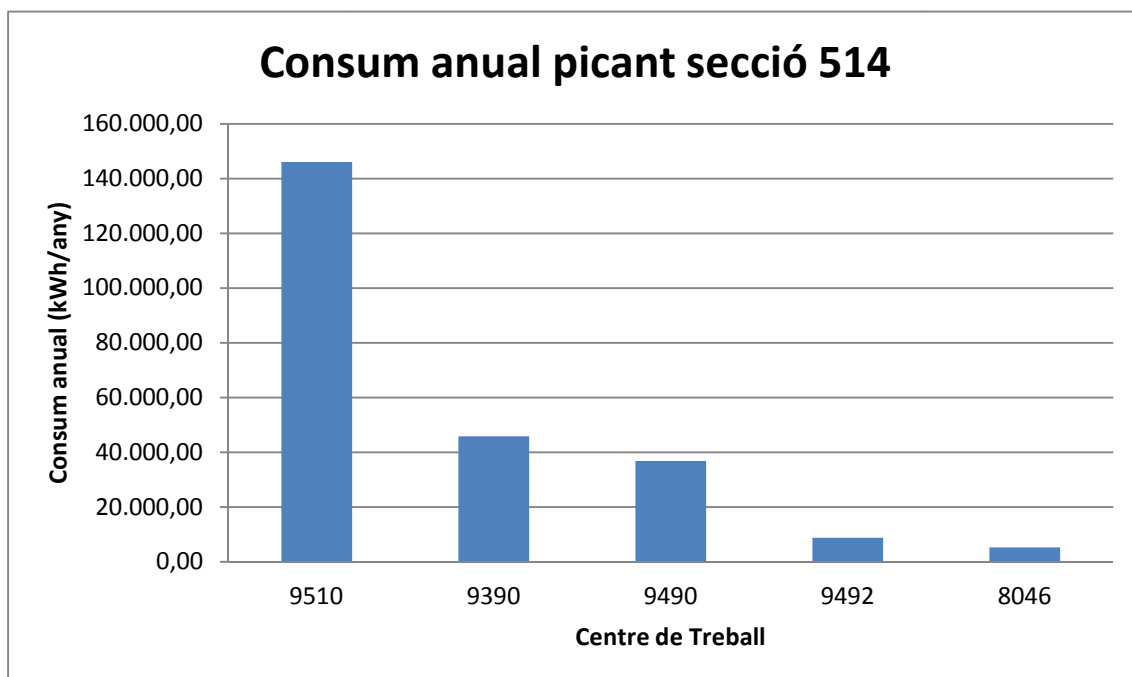


Figura 30.-Consum anual picant secció 514. Font: pròpia

Un cop identificats quins són els centres de treball que més consumeixen en règim de treball i en règim de repòs en cada secció podem realitzar un llistat on apareguin tots els centres de treball de la fàbrica, per poder veure més clarament quin és l'ordre a seguir en futures accions de millora d'eficiència energètica, en quant a la maquinària. Per identificar més ràpidament quins costos té energèticament cada centre de treball en els seus diferents règims, en el gràfic global en comptes d'un eix vertical amb el consum anual de cada centre de treball hi tindrem € anuals.

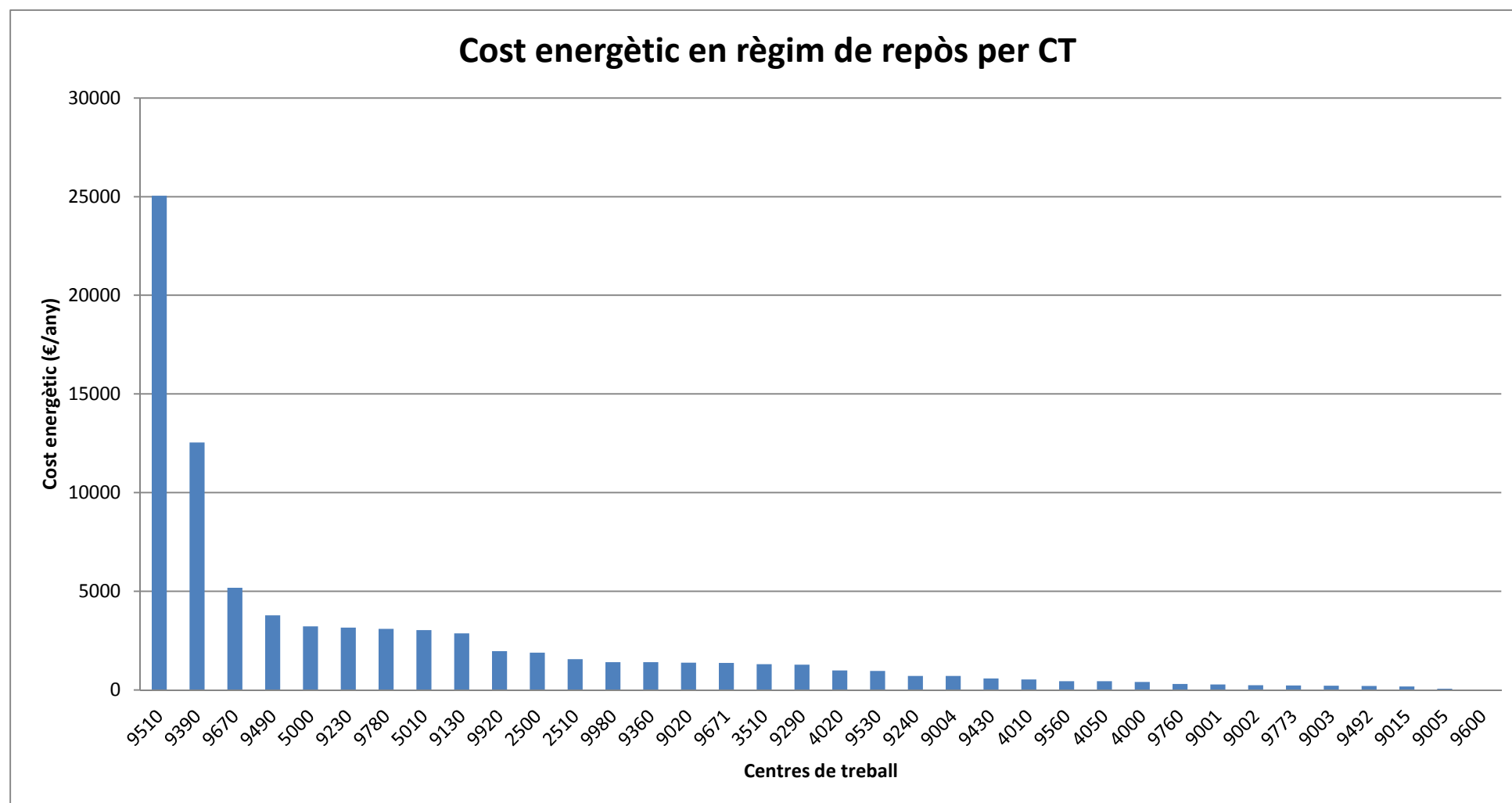


Figura 31.-Cost del consum total dels centres de treball en repòs. Font: pròpia

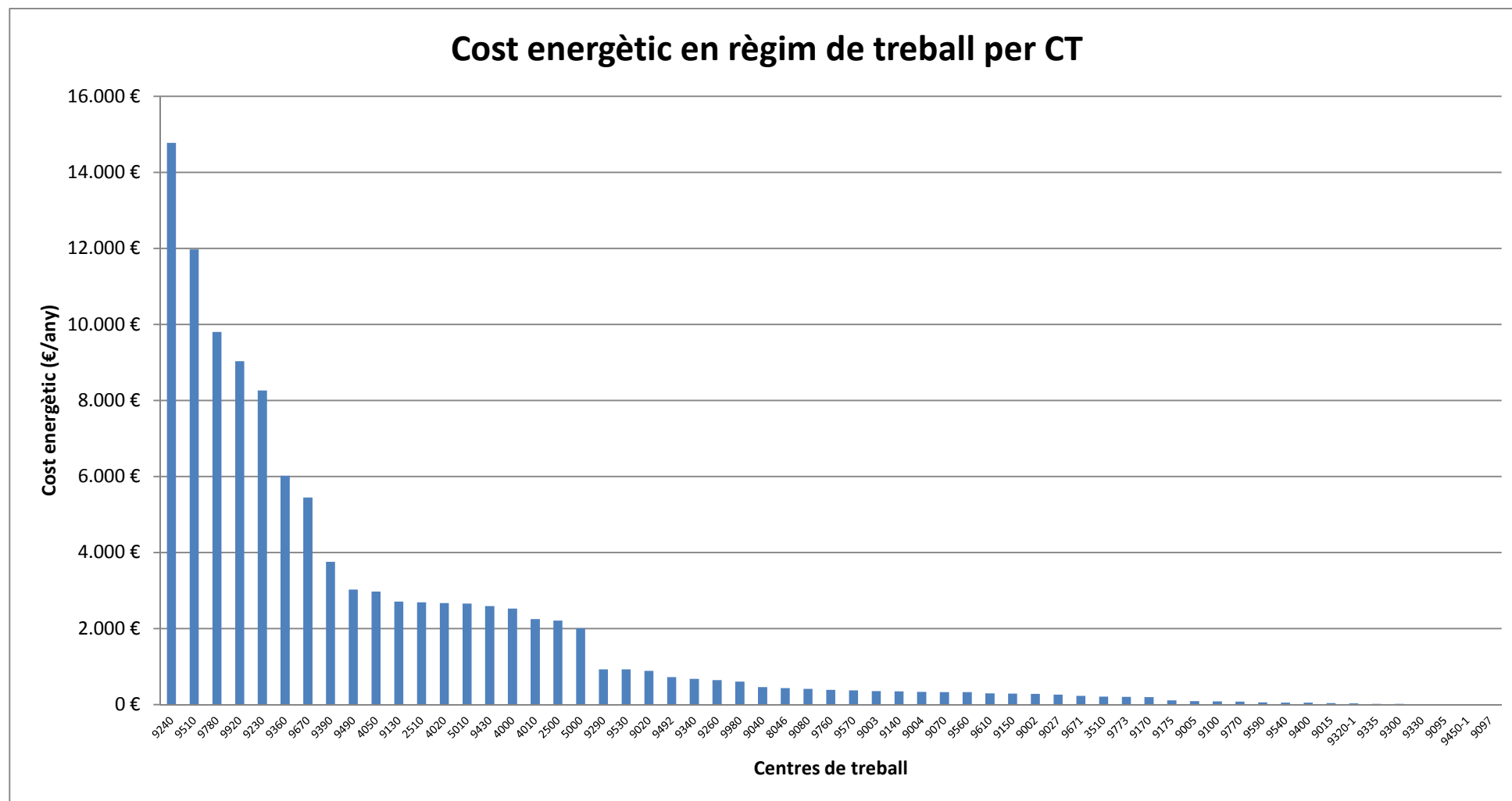


Figura 32.-Cost del consum total dels centres de treball picant. Font: pròpia

Analitzarem en primer lloc el gràfic del consum anual dels centres de treball en règim de repòs, ja que com es pot veure hi ha dos centres de treball que superen de lluny la mitja de consum en repòs de tots els altres centres de treball, aquests són: el 9510, és la màquina de desengreix, i el 9390, és la màquina de desbarbar els espirals. Entre les dos sumen un cost anual de 37.595€ en règim de repòs, sent per tant dos punts importants de despesa per a l'empresa, en quant a nivell energètic. Analitzant més a fons les seves característiques principals observem com la instal·lació de desengreix disposa de 69,63kW de potència teòrica instal·lada però que funciona a tan sols 19,96kW, tenint però una potència de consum en règim de repòs de 9,47kW, així doncs podem dir que tot hi treballar per sota de la seva capacitat nominal és un dels principals punts de despesa per a l'empresa. Per altra banda la màquina de desbarbar espirals té una potència teòrica instal·lada de 47kW però realment funciona a una potència nominal de 24,8 kW en règim de treball i 7,8 kW en règim de repòs, trobant-nos doncs en el mateix cas que en l'anterior. Tenint en compte que aquests dos centres de treball sumats suposen el 44% del consum total en règim de repòs podem concloure que s'haurien de prendre millores de correcció, tant sigui com a substitució de la maquinària o implantant sistemes de parada automàtica, per tal de reduir el temps de consum en règim de repòs. Més endavant estudiarem les repercussions a nivell econòmic que tindrien les possibles implantacions de millora en aquests centres de treball.

En segon lloc trobem el cost energètic total en règim de treball per cada centre de treball, en aquest cas no trobem dos màquines completament diferenciades de les altres, però si que trobem un grup de set màquines que compren el 60% del consum total en aquest règim, aquests centres de treball, en règim descendent són: 9240 (premsa de soldadura), 9510 (instal·lació de desengreix), 9780 (Làser Prima), 9920 (plegadora Triumph), 9230 (soldadura per punts), 9360 (màquina soldar suports) i 9670 (punxonadora Goiti). Així doncs, tornem a trobar la màquina de desengreix, essent clar que s'ha d'establir algun mètode per reduir el seu consum, ja que tindrà una gran repercussió a nivell econòmic. Per altra banda, passem a estudiar quines són les característiques en quant a potència instal·lada i potència real de cadascuna de les màquines restants esmentades.

Nom	Potència teòrica (kW)	Potència real picant (kW)	Potència real en repòs (kW)
9240-Soldadura premsa	80	56	8
9780-Làser Prima	36	37,47	14,99
9920-Plegadora Triumph	30	16,5	4,5

9230-Soldadura Punts	50	30	5
9360-Màquina soldar suports	63	48	6,5
9670-Punxonadora Goiti	20	31	16

Taula 15.-Característiques tècniques Soldadura Premsa, Làser Prima, Plegadora Triumph, Màquina Soldar Punts, Suports i la Punxonadora Goiti

És a dir, exceptuant la làser Prima i la punxonadora Goiti tots els altres centres funcionen per sota de la seva capacitat nominal, tot hi això, també tenen petites potències en règim de repòs, però com hem vist abans ja deuen constar de sistemes de parada integrats o ja és té en compte aturar les màquines després d'una feina, ja que no figuren entre els principals punts de consum en règim de repòs. Així doncs, quina ha de ser l'actuació envers aquests centres de treball? A posteriori compararem si realment no hi ha maquinària més eficient dins el mateix camp o si pel contrari, ja funcionen en un règim més o menys òptim i aquest és el rang de consum en el que es mou aquest tipus de maquinària. A tot això podem afegir, que el cost anual energètic de la maquinària funcionant és de 109.138€, a tot això s'ha de tindre en compte que encara s'hi han d'afegir diversos elements de consum, tal i com s'ha comentat en paràgrafs anteriors.

A partir d'un anàlisi generalitzat d'aquests dos últims gràfics s'observa com el cost de la maquinària en règim de repòs és de gairebé el 44% respecte el cost total del consum energètic de la mateixa. Aquesta dada és altament rellevant, ja que ens indica que qualsevol petita mesura per intentar reduir aquest temps en règim de repòs es traduirà ràpidament en un gran estalvi per a la mateixa planta.

4.3. Consum de l'enllumenat

Actualment a planta hi ha bàsicament campanes de vapor de sodi (tot hi que també en trobem de vapor de mercuri) i fluorescents no estancs situats al sostre de la fàbrica, el qual varia d'alçada segons l'antiguitat que tingui la zona en la que es troba, ja que les diferents ampliacions que ha sofert la fàbrica fan variar aquesta cota. A més a més, a peu de màquina solen haver-hi fluorescents que reforcen la il·luminació de treball per a l'operari.

Totalment a part de les zones de maquinària trobem els diferents departaments repartits al llarg de la planta, els quals tenen un sostre fals a 3 metres amb la seva pròpia lluminària adherida al mateix en diferents formes, ja que trobem una gran dispersió de models, tot hi això tots són tubs fluorescents no estancs.

A continuació mostrem una taula amb els diferents elements repartits per planta amb les seves característiques principals:

Il·luminació actual	Unitats	Potència unitària (W)	Vida útil (h)	Hores/setmana	Consum mensual (kWh)
Highbay VSAP/HM 400W	15	460	16.000	144	3974,40
Tubo 150 58W	200	70	8000	144	8064,00
Highbay VSAP/HM 250W	140	288	16.000	144	23224,32
Highbay VSAP/HM 250W	114	288	16.000	144	18911,23
Highbay VSAP/HM 250W	40	288	16.000	96	4423,68
Il·luminació exterior	18	380	16.000	56	1532,16
Total	527	1774			60129,79

Taula 16.-Característiques enllumenat actual

Com s'observa a la taula anterior tenim un consum mensual estàndard per il·luminació molt elevat, situat sobre els 60.000kWh, per al càlcul total mensual aplicarem petits factors de correcció a aquest consum depenent dels dies laborals que tingui el mes en qüestió, tot hi això, per dur a terme els diferents càlculs per amortització del canvi d'enllumenat, utilitzarem aquest consum base.

Altres dades interessants de la taula són: les hores setmanals de funcionament que intervindran en el càlcul de la vida de l'enllumenat i del consum del mateix, la potència unitària de cada element, a la qual ja hi ha sumada la reactiva del mateix, i la vida útil dels diferents elements, tot hi que em de tindre en compte que aquesta vida no és exacta, ens serveix per realitzar el càlcul de l'estalvi per canvi d'enllumenat a l'instal·lar nous elements.

4.4. Consum de climatització

4.4.1. Instal·lació actual

A continuació s'ha realitzat una taula resum amb tots els elements que aporten energia frigorífica o calorífica i consten d'una instal·lació fixa. La taula està diferenciada entre el tipus d'espai on s'ubica cada instal·lació, i en cadascuna d'aquestes identifiquem el tipus de gas que utilitza l'aparell, la marca i el model del mateix, juntament amb la potència frigorífica i calorífica nominal que pot aportar l'element. Com a càlculs posteriors, s'ha afegit el consum anual de cadascun dels aparells, tenint en compte les hores diàries teòriques de funcionament dels mateixos i el temps de funcionament mig en règim de fred o calor. Finalment em calculat el cost de l'energia elèctrica a partir del preu base de la mateixa de 0,082€/kWh.

Seguit del mateix es mostra un gràfic on surten representats en escala descendent el consum de cadascun dels elements.

Instal·lació	Gas	Marca	Model	Potència	Potència	Hores	Consum	Cost
Entrada i despatx	R22	mitsubishi	PUH15MYC	47	44	16	227.168,00	18.627,78
Refredadora aigua-Laser	R407	HYFRA	SVK360-1-S	42,1		5,8	75.695,80	6.207,06 €
Refredadora aigua-Màquina	R410	LENNOX	EAC0552SM4HN	27,3		8,9	75.320,70	6.176,30 €
Refredadora aigua-robot soldar	R22	FRISAL	MF7	25,3		7,7	60.391,10	4.952,07 €
Servidor Informàtica	R410	MUNDOCLI	CEA36FHCAC	9	10,6	16	47.814,40	3.920,78 €
Manteniment elèctric	R410	mitsubishi	SUZ-KA60VA	5,5	6,9	24	45.086,40	3.697,08 €
Espai producció	R410	mitsubishi	MUH-A18WV	5	5,2	24	37.795,20	3.099,21 €
Espai producció	R410	DAIKIN	AZQS100B8V1B	9,5	10,8	10	31.062,00	2.547,08 €
Oficina de qualitat	R407	HITACHI	RAS-3AGVE5-L	2,94	3,11	24	22.379,52	1.835,12 €
Producció	R407	HITACHI	RAS-3AGVE5-L	2,94	3,11	24	22.379,52	1.835,12 €
Producció	R410	mitsubishi	SUZ-KA60VA	5,5	6,9	10	18.786,00	1.540,45 €
Oficina tècnica	R22	DAIKIN	RY125FJTW1	4,6	4,9	10	14.632,00	1.199,82 €
Oficina tècnica	R22	DAIKIN	RY125FJ7W1	4,6	4,9	10	14.632,00	1.199,82 €
Sala de juntes	R410	HITACHI	RAS-2HVRNE	2,44	2,58	16	12.380,16	1.015,17 €
Producció	R407	HITACHI	RAS-3AGVE5-L	2,94	3,11	10	9.324,80	764,63 €

Oficina de qualitat	R407	HITACHI	RAS-2AGVE5-L	1,94		24	8.660,16	710,13 €
Direcció producció	R407	HITACHI	RAS-3AGVE5-L	1,94		24	8.660,16	710,13 €
Metrologia producció	R407	HITACHI	RAS-2AGV7-E	1,87		24	8.347,68	684,51 €
Expedicions	R22	SOLER	ABS458	2,2	3	10	7.812,00	640,58 €
RRHH	R22	SOLER	ABS458	2,2	3	10	7.812,00	640,58 €
Despatx direcció	R410	HITACHI	RAS-2HVRNEU	2,44	2,58	10	7.737,60	634,48 €
Refredadora aigua-Laser	R134	TEXA	TCW70NMSBC10	3,9		5,8	7.012,20	575,00 €
Despatx de qualitat	R407	HITACHI	RAS-2AGVE5-L	1,94		10	3.608,40	295,89 €
Soft Tooline	R410	MITSUBISHI	MUH-6A35V	1,02	1,09	10	3.248,80	266,40 €
Total							777.746,60	63.775,22

Taula 17.-Característiques elements climatització actual segons ubicació

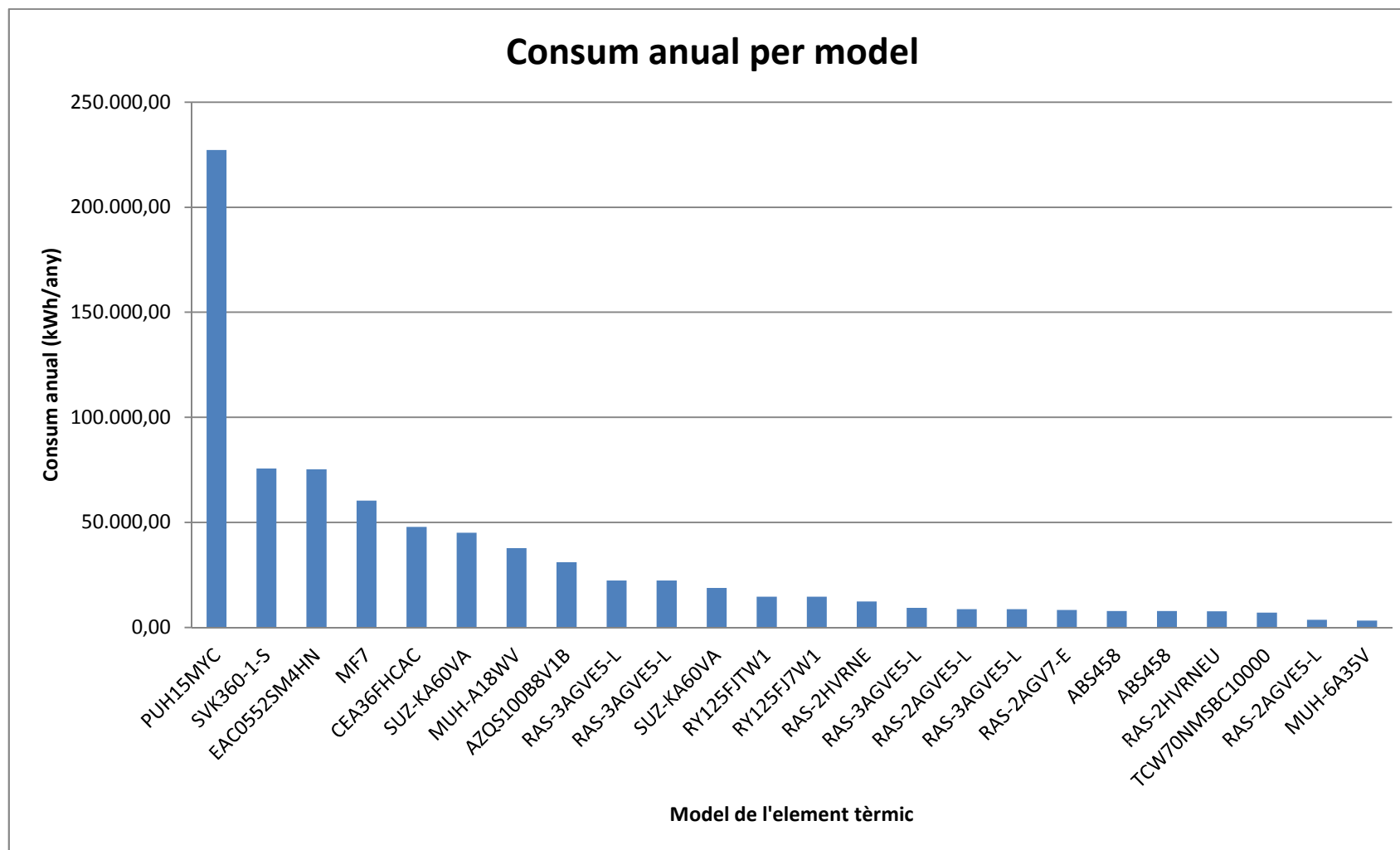


Figura 33.-Consum anual per model de climatització

Duent a terme un primer anàlisi del gràfic i la taula anteriors es pot veure clarament quin hauria de ser el primer punt en el que s'hauria de dur a terme algun tipus d'acció, ja que destaca sobre tots els altres pel seu consum anual, tot hi tindre el consum més elevat també és el que cobreix unes necessitats de clima més grans, és a dir, que dona calor o fred a un nombre més elevat d'espais i superfície, havent de ser per força l'element amb la potència instal·lada més elevada. Així doncs, tot hi saber quins elements tenen un consum més elevat i quina potència instal·lada tenen haurem de saber primer, quines necessitats individuals té cada espai on hi ha instal·lats aquests elements per poder concloure si cada element instal·lat pot cobrir de sobres, o no, les necessitats climàtiques demandades.

Deixant de banda tot el perfil de consum energètic dins aquest marc, trobem un altre fet destacable dins el mateix grup d'elements de clima instal·lats, i és que molts funcionen amb el refrigerant R22, un gas que esgota la capa d'ozó i que segons el Reglament 1005/2009 (5) del parlament europeu i del consell, del 16 de setembre de 2009, es regula la seva utilització. Dins d'aquest reglament s'esmenta: que els equips que utilitzin aquesta substància han d'estar degudament etiquetats, que s'ha de dur a terme un registre dels gasos en els aparells d'aire condicionat i aparells frigorífics, que durant el manteniment d'aquests elements s'ha d'assegurar que aquests gasos no es perdin i que els equips que funcionin amb aquestes substàncies es sotmetran periòdicament a un control de fuga de gas, segons la massa de refrigerant que emprin: 3kg-30kg anual, 30kg-300kg semestral i més de 300kg trimestral. A més a més, en el cas dels equips que emprin R22 s'ha de tindre en compte que fins el 31/12/2014 estava permès recarregar els equips amb R22 regenerat pel manteniment i la revisió dels aparells, i que a partir del 31/12/2014 l'equip que contingui R22 es podrà seguir utilitzant però no podrà recarregar-se amb R22, és a dir, que o bé s'haurà de substituir l'equip per un de més modern o s'haurà de recarregar amb un altre gas, fet que podria reduir dràsticament l'eficiència de l'equip. Per fer front al desfasament d'aquests equips es realitzarà un estudi de substitució dels mateixos, tot adequant-se a les necessitats reals de cada espai.

4.5. Consum dels sistemes de compressió

4.5.1. Definició de la instal·lació

La instal·lació d'aire comprimit està formada per:

Tres compressors, dos assecadors, separadors oli-aire, les vàlvules, el quadre elèctric, l'extintor, les reixes de ventilació i altres accessoris necessaris per la seguretat i el bon funcionament de la instal·lació.

La xarxa de distribució d'aire comença el recorregut a la sala de compressors i es va ramificant al llarg de les dues naus annexes existents, (nau nova i nau vella), canviant els diàmetres de les canonades per trams.

Sala de compressors

Està constituïda per dos locals situats a la part oest de la planta baixa de l'edificació.

La superfície de la sala de compressors 1 és de 25,68 m² i hi ha els compressors C1 i C2. A la sala contigua s'hi ubica el C3 i consta d'una superfície de 27,87 m². Entre totes dues s'hi ubica un dels assecadors pel tractament d'aire.

Aquestes sales constitueixen un sector diferenciat de la resta de la nau, constant de la seva pròpia ventilació.

4.5.2. Característiques dels aparells

La marca dels tres aparells és ATLAS COPCO (1) i consten de diferents potències instal·lades, tot adequant-se a les necessitats de SOME d'aire comprimit a les diferents màquines de planta. Degut a la seva alta potència instal·lada dels aparells i la gran quantitat d'hores de funcionament que tenen, consten d'un consum anual molt elevat que repercuteix directament en un elevat cost de l'energia consumida.

Per a dur a terme el càlcul de consum teòric d'aquests elements em tingut en compte que funcionen durant 310 dies laborables a l'any i durant 24h al dia, tot hi així gràcies a que disposen d'un centre de treball controlat podem veure quin és el seu funcionament real, representat a la columna del costat. On es veu ràpidament que el seu consum teòric es veu reduït depenent del model entre un 40% i un 90%.

Sistemes de compressió	Potència instal·lada (kW)	Consum anual teòric (kWh/any)	Consum anual real (kWh/any)	Consum mensual aproximat (kWh/mes)
GA55+	55	409200	102300	8525
G90 VSD FF	90	669600	401760	33480
GA50 VSD	50	372000	37200	3100
Total	195	1450800	541260	45105

Taula 18.-Consum anual compressors

4.5.3. Xarxa de distribució d'aire

Hi ha dos anells principals. Un envolta tot el perímetre de la zona de fabricació de la nau nova, amb un diàmetre de 2". L'altre envolta el perímetre de la zona de fabricació de la nau vella, aquest té un diàmetre de 2" i 1 ½" segons els trams. Tots dos anells es consideraran d'alta pressió, a 7,5 kg/cm².

A partir d'aquests anells en surten les diferents ramificacions per poder alimentar totes les màquines de SOME, situant una vàlvula de tall a cada derivació i/o arribada a una màquina.

En aquesta xarxa de distribució, s'hi han detectat petites fuites d'aire, a les ramificacions individuals de cada màquina. Aquest fet reporta clarament en un cost per a l'empresa, així doncs s'hauria de realitzar una auditoria de l'estat de tota la xarxa i aplicar-hi les mesures corresponents per disminuir el cost per consum dels compressors i millorar l'eficiència de la instal·lació.

4.6. Altres consums

Dins d'aquest apartat s'esmenten altres consums elèctrics de l'empresa, són en la majoria petits aparells instal·lats arreu de la nau industrial per donar un petit servei als operaris, com són el cas de les màquines de cafés o els microones, o per altra banda són eines que ajuden als operaris a dur a terme la seva feina, com és el cas de les bateries dels toros, els ponts-grua o la maquinària de qualitat.

Aquests diferents consums s'estipulen a la taula següent on es pot veure quina potència instal·lada tenen, juntament amb les hores aproximades de funcionament diari que tenen, podent calcular amb ambdues dades el consum de cada element.

Element	Unit ats	Potència total (kW)	Hores diàries	Consum anual (kWh/any)	Consum mensual (kWh/mes)
Ponts grua	2	14	1	3472	289,33
Ordinadors de taula	57	17,1	8	38167,2	3.180,60
Maquinària qualitat	N.A.	4,5	24	26784	2.232,00
Bateries toros	7	2,70	5	4179,83	348,32
Màquines cafes/aliments	5	1,50	24	6696	558,00
Microones	2	4,80	2	1785,6	148,80
Ventiladors operaris	12	0,54	16	2678,4	223,20
Assecadors de mans lavabos	4	9,20	2	4563,2	380,27
Grup hidràulic	2	4,34	16	12915,84	1.076,32
Total		45,14		83.763,03	6.980,25

Taula 19.-Consum d'altres elements de SOME

4.7. Anàlisi global de consums

Per comprovar l'estabilitat de les nostres mesures i la interpretació correcta de les diferents dades cedides per l'empresa per tal de controlar el temps de picada de les diferents màquines. Es realitza una comparació entre l'energia total sumada de les diferents seccions avaluades, el sistema de compressió de la nau, l'enllumenat, el sistema de climatització i altres consums aplicables que ja s'han esmentat a l'apartat anterior.

Es considerarà que els càlculs s'han realitzat correctament si l'error entre l'energia facturada i l'energia calculada varien en un petit tant per cent, quelcom entre el 0% i el 6%, ja que així podem assegurar la fiabilitat de l'estudi. Assegurant doncs tots els càlculs posteriors per al càlcul de l'estalvi econòmic i amortitzacions en diverses actuacions, ja que els consums per cada secció, motiu i màquina seran els que s'empraran com a base per al càlcul de viabilitat econòmica de futures implantacions.

A continuació s'exposa una taula desglossada en dos apartats on es visualitzen els diferents consums, juntament amb l'error tipus al final.

	Consum mensual secció 501	Consum mensual secció 502	Consum mensual secció 503	Consum mensual secció 504	Consum mensual secció 505	Consum mensual secció 514
Gener	10.005,96	30.444,93	36.732,81	12.854,66	18.775,22	34.588,24
Febrer	14.893,44	34.571,78	35.275,29	14.249,98	22.124,25	41.418,69
Març	10.703,27	35.544,56	39.121,51	12.973,79	23.174,67	44.255,92
Abril	10.061,07	33.411,88	31.258,08	10.366,06	19.605,77	37.440,51
Maig	14.824,43	39.498,98	37.937,80	11.029,93	17.797,47	41.731,27
Juny	15.565,66	41.473,93	29.876,02	8.686,07	13.454,89	31.548,84
Juliol	13.619,39	38.413,12	37.060,10	9.066,55	19.826,97	58.836,33
Agost	8.972,31	18.688,50	8.116,11	4.569,54	9.902,54	35.739,50
Sept.	15.252,93	31.770,44	18.667,05	6.991,39	19.805,08	51.643,57
Oct.	15.189,53	29.723,23	32.514,58	10.306,31	21.979,01	47.270,16
Nov.	13.670,58	26.750,91	23.410,50	7.420,54	17.803,00	42.543,15
Des.	15.472,62	18.294,06	22.048,51	6.581,90	16.463,63	32.336,27
Total	158.231,20	378.586,33	352.018,34	115.096,73	220.712,53	499.352,45

Taula 20.-Desglossament de consum per seccions

	Consum mensual enllumenat	Consum mensual Climatització	Consum mensual sistemes de compressió	Altres Consums	Consum mensual total	Consum mensual facturat	Diferència
Gener	46.878,11	32.406,11	45.105,00	4.886,00	272.677,03	245.639,00	-27.038
Febrer	42.190,30	29.165,50	40.594,50	4.397,40	278.881,13	256.479,00	-22.402
Març	46.878,11	28.193,31	45.105,00	4.886,00	290.836,14	257.046,00	-33.790
Abril	46.878,11	32.406,11	45.105,00	4.886,00	271.418,60	272.231,00	812

Maig	46.878,11	32.406,11	45.105,00	4.886,00	292.095,10	264.444,00	-27.651
Juny	46.878,11	32.406,11	45.105,00	4.886,00	269.880,62	256.073,00	-13.808
Juliol	46.878,11	32.406,11	45.105,00	4.886,00	306.097,67	286.518,00	-19.580
Agost	24.376,61	19.443,67	22.552,50	2.443,00	154.804,27	154.535,00	-269
Setembre	48.050,06	32.406,11	45.105,00	4.886,00	274.577,64	275.173,00	595
Octubre	46.878,11	30.299,71	45.105,00	4.397,40	283.663,04	246.789,00	-36.874
Novembre	46.878,11	32.406,11	45.105,00	4.886,00	260.873,88	260.179,00	-695
Desembre	37.502,48	29.165,50	32.475,60	4.153,10	214.493,69	190.741,00	-23.753
Total	527.144,30	363.110,44	501.567,60	54.478,90	3.170.298,82	2.965.847,00	-181.143

Taula 21.-Desglossament de consum pelements

La columna de la taula anterior anomenada diferència ens serveix per veure quin error hi ha entre les mesures calculades a partir de la potència dels diferents elements del sistema i el consum facturat per la mateixa companyia elèctrica a l'empresa. Així doncs, tenim un 6% d'error respecte el total, aquest fet pot haver esdevingut per diversos factors, com poden ser: l'entrada manual d'algunes operacions al sistema d'una màquina per un altra, que hi hagin hagut sectors de l'empresa sense llum o que no s'hagin utilitzat durant un curt període de temps i que en desconeguem la seva existència, que algunes oficines no hagin utilitzat els aparells de clima durant certs períodes de temps, ja sigui per averies o que ja tenien una temperatura òptima... Tot hi això es consideren com acceptables els resultats obtinguts.

Tots aquests resultats ens porten a configurar el següent gràfic, en el que veiem desglossats percentualment els diferents consums de la fàbrica, podent concloure molt visualment quin és el impacte de cadascun d'ells.

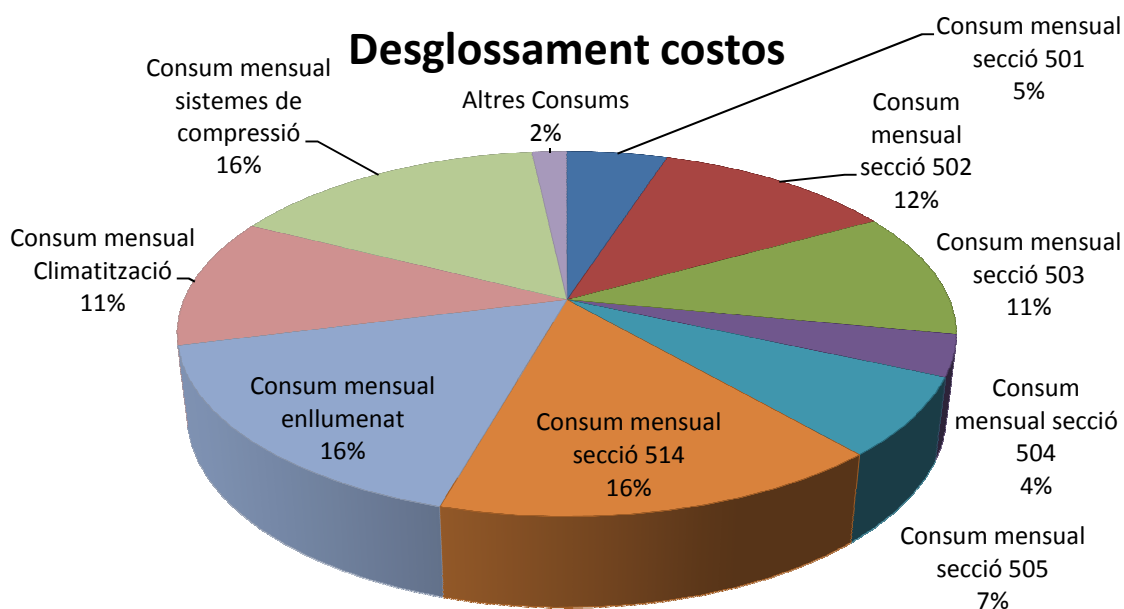


Figura 34.-Desglossament de costos de forma percentual

5. Anàlisi de consum d'altres energies

5.1. Anàlisi de factures de gasoil i aigua

En aquest anàlisi s'estudien el terme de l'aigua i del gasoil junts degut a que part del cost del gasoil va lligat al cost de l'aigua, ja que part del gasoil s'utilitza per escalfar l'aigua calenta sanitària de SOME. Això es deu al fet de que l'escalfor generada a partir de cremar gasoil s'aprofita durant les èpoques hivernals per cobrir les necessitats climàtiques dels treballadors a la nau industrial, i per altra banda, durant tot l'any s'empra per escalfar ACS.

A continuació es pot veure una taula resum de les tres últimes comandes realitzades en l'últim any. Per al càlcul es contemplaran les dues últimes, ja que són les que fan referència a aquest any.

Mes	Quantitat	Cost (€/l)	Preu amb IVA (€)
11/12/2015	20000	0,395	9559,00
18/02/2016	25000	0,3182	9625,55
12/12/2016	25000	0,478	14459,50

Taula 22.-Cost Gasoil SOME

Amb aquesta taula es pot veure com el preu del gasoil del 2015 a l'actualitat s'ha incrementat en 8,3 c€, és a dir, en un 21%.

A continuació es mostren els costos facturats pel terme d'aigua consumida durant l'últim any, esmentant que els imports figurats a la taula són sense IVA (10%).

Període	Entitat	Volum aigua (m3)	Import (€)
2016-1	Agència Catalana de l'Aigua	302	100,5
2016-2	Agència Catalana de l'Aigua	433	158,51
2016-3	Agència Catalana de l'Aigua	651	238,32

Taula 23.-Cost Aigua SOME

Amb aquestes dades podem obtenir que el cabal mensual mitjà és de 154m³, tot hi que durant el tercer trimestre és de 217m³/mes, s'ha de tindre en compte que aquest trimestre fa referència al període més calorós de la zona (Juny-Agost), entenent-se també que hi hagi més gent que es dutxi o es refresqui més sovint.

Concepte	Preu (€/m3)
Tarifa específica	0,1861
Tarifa general	0,1467
IVA (10%)	0,03328
Total	0,36608

Taula 24.-Costos desglossats del preu de l'aigua (€/m3)

A aquest preu per m³ d'aigua consumit se li haurien d'afegir els diferents costos associats al consum d'aigua, imposats per l'ajuntament de Sant Quirze de Besora i l'ajuntament de Sora, a més a més del canon de l'aigua, així doncs el cost total anual per l'aigua consumida és de 1.755,29€, obtenint doncs un resultat similar al de l'energia elèctrica, ja que l'import per l'aigua consumida és tan sols un terç del cost total anual assumit pel fet de poder consumir aigua.

5.2. Consum de Gasoil per a la climatització de la zona de producció

Per altra banda identifiquem el sistema actual que escalfa tota la nau industrial, donant als operaris una temperatura més òptima de treball.

La calefacció es realitza mitjançant dues calderes de gasoil situades en una sala adient, aquestes escalfen aigua que s'impulsa per canonades als diferents emissors distribuïts a les zones de producció.

El funcionament de les calderes serà de 0-24h, amb interrupcions al llarg de tot l'interval, durant cinc dies a la setmana.

La temperatura de les naus es controla amb termostats que interrompen el funcionament de les bombes un cop s'assoleix la temperatura adequada.

A continuació es mostra una taula amb les característiques de les dues calderes, s'afegeix que a l'última auditoria que van passar l'octubre del 2016 es van reafirmar les seves prestacions, tenint un rendiment molt similar al de disseny.

Marca:	ICI Caldaie	ICI Caldaie
Model:	RED-400 83170401	RED-400 83170401
Nº:	05218/25081 002236	07129/22416 004173
Pot. Útil (kW):	465,6	465,6
Rendiment (%):	92,6	92,6
Registre:	05/FAC/0599	05/FAC/0599
Pressió màx (bar):	5	5
Data	29.08.01	29.08.01
Cremador	G50/2 oil	G50/2 oil
Consum màxim (kg/h)	25/30	25/30

Taula 25.-Característiques de les calderes de SOME

Les calderes estan degudament identificades i han passat la prova d'estanqueïtat d'1,5 vegades la pressió màxima.

El dipòsit d'acumulació instal·lat és de la marca Aldigas, model ARC NE 1000, amb una pressió màxima de 6 bar i una capacitat de 1.000l.

Les unitats terminals de tractament i distribució de l'aire per la planta seran aerotermes que disposaran d'un ventilador de diferent potència segons el model. En total hi hauran 21 aerotermes distribuïts per tota la nau, aquests tindran les següents característiques (es pot consultar de forma més extensa a l'Annex 1.2:

Unitats	Model	Cabal d'aire nominal	Pot. Calorífica	Subtotal
4	ROCA UL-214	2750	21500	86000
2	SABIANA 4Z-	5100	36000	72000
6	SABIANA 6Z-	3700	28100	168600
6	SABIANA 6Z-	5700	43200	259200
3	SABIANA 6Z-	7100	52900	158700

Taula 26.-Característiques aerotermes SOME

Tots aquests aerotermes ens permeten distribuir fins a un total de 744.500 kcal/h per tota la nau.

Pel que respecta al cost de consum d'energia elèctrica d'aquestes unitats podem realitzar la següent taula:

Aerotermes	Potència (kW)	Hores diàries	Consum diari kWh	Consum anual (100 dies any)
Z6-1	0,55	24	10,56	1.056,00
Z6-2	0,55	24	10,56	1.056,00
Z6-3	0,55	24	10,56	1.056,00
Z1-1	0,5	24	9,6	960,00
Z1-2	0,5	24	9,6	960,00
Z1-3	0,5	24	9,6	960,00
Z1-4	0,5	24	9,6	960,00
Z1-5	0,5	24	9,6	960,00

Z1-6	0,5	24	9,6	960,00
Z2-1	0,5	24	9,6	960,00
Z2-2	0,5	24	9,6	960,00
Z2-3	0,5	24	9,6	960,00
Z5-1	0,35	24	6,72	672,00
Z5-2	0,35	24	6,72	672,00
Z3-1	0,35	24	6,72	672,00
Z3-2	0,35	24	6,72	672,00
Z3-3	0,35	24	6,72	672,00
Z4-1	0,25	16	3,2	320,00
Z4-2	0,25	16	3,2	320,00
Z4-3	0,25	16	3,2	320,00
Z4-4	0,25	16	3,2	320,00
Total	8,9		164,48	16.448,00

Taula 27.-Consum anual aeroterms SOME

Com hem vist anteriorment, aplicant un preu estandard de 0,082€/kWh podem traduir aquest consum anual a uns 1.500€/any.

6. Qualificació energètica de la nau industrial

Com ja tenim definides les instal·lacions actuals de la nau industrial, amb el tipus d'energia que consumeixen, juntament amb el seu consum, es creu que és una bona oportunitat per obtenir la certificació energètica d'aquesta nau industrial segons les seves característiques. Com més endavant es faran esment de les diverses àrees que ocupa cada espai per la realització d'alguns càlculs, en aquest apartat es ressaltaran en valors generals les especificacions triades, sense entrar en detall en les àrees especificades en cada part de la simulació.

A l'apartat de normativa legal s'ha esmentat que actualment qualsevol canvi important en una instal·lació, canvi d'activitat en una nau industrial o ampliació important de la mateixa, juntament amb el posterior lloguer (si interessés), és obligatori tindre un certificat energètic que estableixi la qualificació energètica de la nau segons les emissions que provoquin les seves instal·lacions i l'eficiència de les mateixes. Actualment, aquest punt és molt important a l'hora de considerar una nau o un edifici com a òptim per establir el teu negoci o la teva llar, ja que unes instal·lacions que t'aboquin a un consum desmesurat d'energia provocarien uns costos desmesurats per la mateixa i per tant uns beneficis molt més ajustats pel marge de l'activitat en qüestió.

Per a dur a terme la important tasca de simular en màxima profunditat i transparència l'eficiència energètica de la nau industrial, en la que s'ubica SOME SQB, s'ha triat el programa CE3X. El programa genera a partir de la simulació un document reconegut per la certificació energètica dels edificis existents, ha sigut desenvolupat per Efinovatic (55) i el Centre Nacional d'Energies Renovables (CENER). Mitjançant aquest programa es pot certificar d'una forma simplificada qualsevol edifici, podent-se obtenir qualsevol qualificació, des de A fins a G, sent A la qualificació màxima i G la qualificació mínima. Aquest programa és de lliure distribució ja que es pretén impulsar la millora de les instal·lacions energètiques dels edificis a partir del coneixement previ de la situació actual del mateix.

En un primer moment ens demana omplir moltes dades específiques de l'empresa certificada, el certificador i l'empresa certificadora. Com és evident algunes d'aquestes dades s'han obviat per raons evidents. En segon lloc ens demana definir a trets generals les característiques del nostre edifici, juntament amb el tipus d'instal·lació i la zona climàtica on es troba. En aquest mateix apartat ens fa triar a quina legislació fa referència l'edifici, segons la seva data de construcció, s'ha triat l'any 2000 perquè en aquest mateix any es van realitzar importants modificacions a la nau, juntament amb una gran ampliació, havent d'adequar-se a la normativa vigent d'aquell moment per força.

Un cop definit el tipus d'edifici a certificar es comencen a definir els elements estructurals que l'integren, és a dir:

- Coberta: enterrada o en contacte amb l'aire.

- Mur: de façana, en contacte amb el terreny o de partició.
- Terra: en contacte amb el terreny o en contacte amb l'aire exterior.
- Partició interior: vertical, horitzontal en contacte amb l'espai NH superior o horitzontal en contacte amb l'espai NH inferior.
- Forat o finestra.
- Pont tèrmic: aquest punt mereix fer un incís ja que fa referència a la façana de l'edifici i consta de molts punts que es poden o no seleccionar en funció de si l'edifici consta d'ells o no.

A partir d'aquí introduïrem les dades conegudes al programa i ell mateix ens estimarà la transmissió de cadascun dels elements. Es coneixen els diferents valors degut a que s'ha aconseguit la memòria de la construcció i ampliació de la nau industrial, la qual es va fer amb un enginyeria d'aquí Vic, l'Enginyeria Colomers i Rifà.+

A l'Annex 2.7.4 trobarem l'informe resultant del programa on s'adjunten les dades seleccionades per a cada element estructural, les instal·lacions definides i finalment la qualificació energètica de la nau industrial.

L'indicador global esmenta que l'edifici emet 68,6 kgCO₂/m² a l'any, estan dins la qualificació energètica C que engloba les emissions que van de 51,3 kgCO₂/m² a 78,9 kgCO₂/m² a l'any. Aquest indicador global tan sols és una recopilació de la suma de les emissions per cadascuna de les instal·lacions definides, les quals tenen les següents qualificacions:

Instal·lació	Emissions	Qualificació
Calefacció	39,88	C
ACS	2,74	F
Refrigeració	2,98	C
Il·luminació	22,78	D

Taula 28.-Resultats Certificació energètica segons CE3X

Així doncs, com aquest programa no té en compte l'activitat que si pugui dur a terme dins de l'edifici, sinó que només té en compte les emissions generades per les pròpies instal·lacions definides amb els mateixos elements estructurals i dissenyades per un determinat propòsit, ens dona un resultat prou òptim per la nau en la que ens trobem, tot hi això es proposen solucions dins la mateixa simulació per a la millora energètica de l'edifici, l'informe d'aquestes millores es troba just a continuació de l'informe actual a l'Annex 2.7.4.

Les mesures establertes de millora consisteixen en incorporar energia solar tèrmica, substituir les calderes actuals per unes de biomassa, afegir aïllament tèrmic a la coberta i el revestiment interior dels pilars integrats a la façana. Totes aquestes mesures farien reduir, de forma estimada, en el següent tant per cent les emissions per les diferents instal·lacions:

Indicador	Calefacció		Refrigeració		ACS		Il·luminació		Total	
	Valor	Estalvi	Valor	Estalvi	Valor	Estalvi	Valor	Estalvi	Valor	Estalvi
Consum Energia final (kWh/m²any)	149,46	13,6%	9,31	3,3%	8,82	0	68,81	0	237,12	8,4%
Consum Energia no renovable (kWh/m²any)	5,08	96,7%	18,18	3,3%	10,4	0	134,46	0	169,54	46,8%
Emissions de CO2 (kgCO2/m²any)	2,69	93,3%	3,06	3,3%	2,74	0	22,78	0	31,53	54,1%
Demanda (kWh/m²any)	119,57	2,9%	17,041	3,3%						

Taula 29.-Desglossament de les emissions per instal·lació

Amb aquestes noves implantacions s'estima que es reduirien les emissions de CO2 en un 54% i el consum d'energia no renovable en un 46,8%, augmentant la qualificació energètica d'un nivell C de l'actualitat (en quant a nivell d'emissions de CO2) a un nivell A amb les millores proposades.

Més endavant s'estudiarà la viabilitat econòmica d'aquestes accions i si realment es factible dur-les a terme.

7. Implantacions de millora proposades

7.1. Reducció de la potència contractada i/o canvi de companyia

Actualment la reducció de potència no és un factor a tindre en compte ja que pràcticament cada mes es supera la potència contractada en petits pics, i tot i que no s'arriba a mantenir durant gaires instants de temps, es prou just com per poder afirmar que una reducció de potència no significaria res a llarg plaç. Ja que l'empresa distribuïdora, en aquest cas Acciona, augmentaria la potència de forma automàtica. Actualment però, tampoc és necessari augmentar-la ja que és molt més econòmic pagar els excessos de potència en els diferents períodes que augmentar el terme fix de la mateixa. Tot hi això, a continuació passaran a descriure's mesures en les que per substitucions o modificacions si que es redueix la potència de la maquinària, en aquells mateixos casos ja es té en compte la reducció d'aquest terme fix de potència, contant-lo com un estalvi fix anual.

Així doncs, en un principi no farem cap acció de reducció de potència però si que s'ha de tindre en compte que un cop implantades les diferents mesures d'estalvi energètic s'haurà de dur a terme aquest pas, per tal de fer efectiu de forma total l'estalvi pel factor energia.

Per altra banda, el canvi de companyia si que resulta atractiu i viable ja que duent a terme una comparació del contracte amb ENDESA l'any anterior i el contracte amb ACCIONA aquest any, resulta que amb ENDESA l'import del kWh era menor, en xifres absolutes el kWh amb Endesa sortia a 0,1096€ i amb Acciona surt a 0,1106€. Aquest canvi de tarifa resulta al final de l'any en un import de 2988,6€, s'ha de tindre en compte que amb Endesa es possible que el import del kWh també hagués pujat en un petit tant per cent, tot hi això no creiem que hagués arribat a aquesta diferència de cost. Així doncs, una recomanació seria estudiar tornar amb Endesa, amb els nous termes de contracte, comparant-los amb l'actual amb Acciona.

En aquest punt anterior m'agradaria fer un incís per no esdevenir a errors, com es evident aquest últim any el preu del kWh ha anat fluctuant, i alhora s'han apujat diversos imports de la factura elèctrica, que han esdevingut com és lògic a un augment dels costos absoluts. Tot hi així si analitzem el contracte en profunditat amb les dues companyies, s'observa que amb Endesa es va assignar un preu fix del kWh anual i que, pel contrari, amb Acciona es van realitzar 4 compres al llarg de l'any del kWh, tenint un import mitjà anual major que amb Endesa.

S'estudia la possibilitat de contractar energia amb una distribuïdora de la zona, a poder ser que subministri energia generada de forma renovable. Una d'aquestes subministradores/comercialitzadores és Som Energia, una empresa en la que els clients passen a

ser socis de la mateixa i l'energia que consumeixen s'ha generat a partir de plaques solars fotovoltaïques aquí al ripollés, juntament amb aquesta empresa n'hi ha d'altres com Estabanell, la qual genera electricitat a partir de minihidràuliques de la zona i algunes centrals tèrmiques. Tot hi que les dues empreses tenen preus molt competitius, en especial SomEnergia ens crida l'atenció, ja que a més a més de l'estalvi econòmic fixariam un estalvi en emissions de CO₂ per generació d'energia, no podem contractar cap tarifa, ja que ambdues empreses estan especialitzades en consumidors petits, els quals contracten com a molt 15 kW. Per això arribem a la conclusió que el més sensat seria mirar de tornar amb Endesa pel fet d'haver tingut un contracte amb ells amb anterioritat i així poder agilitzar els tràmits adherits al canvi de companyia.

7.2. Implantacions en maquinària

En aquest apartat s'exposaran diverses propostes per reduir el consum a la diversa maquinària de SOME, tot implantant modificacions als elements actuals o substituint-los per elements amb millors rendiments i prestacions similars.

Com s'ha vist en l'apartat anterior en el que avaluàvem el comportament dels diferents centres de treball a SOME en dos règims diferents, tenim un gran consum en un règim de repòs de la maquinària, el qual no es pot aprofitar per a res i pel contrari representa un cost important.

7.2.1. Propostes per la instal·lació de desengreix

En primer lloc es proposa descentralitzar la màquina de desengreix actual, per tal de poder absorbir part de la seva càrrega amb maquinària més eficient. Aquesta acció implicarà forçosament un augment de la potència contractada. Tot hi això amb aquesta acció no solament es reduiran els temps de producció de les peces sinó que a més a més reduïrem substancialment el temps de consum de la màquina actual de desengreix.

En un principi es creia que el fet de que l'actual màquina de desengreix tingués un consum en repòs tan elevat es devia al fet de que a l'haver de mantindre unes condicions de temperatura de treball requeria d'un temps d'engegada molt elevat, tot hi això s'ha vist que realment no és així, i que el temps real que necessita la màquina per poder arrencar és de tan sols deu minuts. Per aclarir aquest punt ens vam reunir amb el responsable d'aquesta màquina a planta, el qual ens va comentar que quan el diumenge s'engegava la màquina, aquesta tardava entre una hora i quart i una hora i mitja a estar operativa, fet que es deu a que la màquina ha d'arribar a una temperatura de treball de 90°C. Per fer-ho la màquina consta de 4 resistències que només funcionen quan hi ha peces a la màquina i quan s'ha d'assolir aquesta temperatura, per mantindre-la tan sols utilitza el 50% d'aquestes resistències. Per entendre doncs quin és el temps mínim que la màquina ha de restar en repòs per tal que surti a compte apagar-la, obtenim que si la màquina tan sols ha d'estar 45 min apagada ja surt a compte desconnectar-la, ja que el temps perquè aquesta torni a estar operativa és de tan sols 23 min (tot seguint la fitxa tècnica de la màquina). A més a més s'ha de tindre en compte que aquest centre consta d'un parell de motors apart que consumeixen sempre quan el centre està en règim de treball.

Finalment afegir que, per contrastar que realment les dades obtingudes fossin correctes, s'han passat 12 hores seguides monitoritzant el temps de treball real del centre, i s'ha vist com, efectivament, té uns temps de transició entre cada lot de peces bastant elevat. A més a més, durant els canvis de torn la màquina pot restar en règim de repòs fins a tres hores seguides, tal hi com s'ha pogut observar.

Amb la implantació de les dos noves màquines de desengreix (8, 15, 16), es reduirà la càrrega de la màquina actual en un 60%, ja que no poden absorbir la mateixa quantitat de peces que la instal·lada actualment, a l'Annex 4.2.2.2 i a l'Annex 4.2.2.3 es poden consultar les ofertes d'ambdues màquines, amb les característiques corresponents, aquí només presentarem una petita comparació amb l'actual.

Denominació	Màquina de desengreix actual	Rentadora tipus Coclea Model C64.3 S	Màquina rentat peces Motoproject
Potència instal·lada (kW)	69,6	41,0	40,0
Consum anual (kWh/any)	451.498,2	79.756,3	77.811,0
Estalvi energètic anual (kWh/any)		55.693,2	57.638,5
Estalvi econòmic anual (€)		4.566,8	4.726,4
Preu (€)		33.800,0	36.900,0
Temps d'amortització (anys)		7,4	7,8

Taula 30.-Comparació màquines de desengreix ofertades contra l'actual

Analitzant aquesta taula s'arriba a la conclusió que el motiu energètic no es suficient per realitzar una inversió d'aquest tipus, ja que el temps de retorn és molt elevat. Tot hi això l'empresa té molts altres motius que fan d'aquesta opció un atractiu per a ella, ja que amb aquest implantació es poden reduir els temps d'operació de desengreix en gran mesura. Afegir en aquest punt, que tot parlant amb el responsable de la màquina, s'ha arribat a la conclusió que actualment aquest centre consta d'un gran estoc per realitzar, però que es calcula que al cap d'un mes aquest estoc s'haurà aconseguit esmorteir i que, per tant, el centre no haurà de funcionar tantes hores. Podent arribar a reduir els torns d'aquesta màquina de 3 a 2, amb un seguiment correcte per part dels encarregats de processos de la fàbrica. Podent realitzar doncs, aturades de 8 hores consecutives.

7.2.2. Propostes per la màquina de desbarbar espiral.

Com a segona màquina amb més consum en règim de repòs, es realitza un estudi de substitució de l'element actual per un amb millors prestacions. Per aquest motiu, s'analitzen dos màquines

amb prestacions similars i una potència instal·lada molt menor a l'actual. A l'Annex 3.3.1 es poden consultar les fitxes tècniques de cadascuna de les màquines proposades.



Figura 35.- Fotografia d'un dels mòduls de la màquina desbarbar en espiral.

Denominació	Màquina desbarbar espiral actual	WTSK 2201 ROSLER	G13 LOMUSA
Potència instal·lada (kW)	47	20	13,6
Consum anual (kWh/any)	198.831,6	84.609,2	57.534,2
Estalvi energètic anual (kWh/any)		114.222,4	141.297,3
Estalvi econòmic anual (€)		12.321,6	15.242,2
Preu orientatiu(€)		32.500,0	29.200,0
Temps d'amortització (anys)		2,6	1,9

Taula 31.-Comparació màquines de desbarbar espiral proposades contra l'actual

Com podem veure a la taula anterior aquest cas és completament diferent a l'estudi anterior de la màquina de desengreix, ja que en ambdues ofertes, tot hi que la inversió és similar a l'anterior de cadascuna de les màquines de desengreix, amb una sola màquina podem abarcar completament la càrrega de l'actual, fent-ho amb un consum molt inferior, degut a la reducció de potència tan

gran de la mateixa. Així doncs, la inversió inicial es pot recuperar en menys de dos anys tot implantant la segona opció, la G13 de LOMUSA.

7.2.3. Propostes per la Soldadura Premsa

Soldadura Premsa és el tercer centre de treball amb un consum més elevat en règim de repòs, per això es busca una màquina amb unes prestacions similars per poder comparar quin podria ser el seu estalvi econòmic efectiu a nivell de consum, si s'implantés aquesta opció.

Degut a la complicació de poder realitzar una comparació realment útil, ja que per implementar un canvi com aquest no només s'avalua la millora de prestacions energètiques en la màquina, es mostra simplement una opció amb les seves característiques energètiques com a únic factor limitant.

Denominació	Màquina de soldadura a premsa	Màquina soldadura fixa Resistec (13)
Potència instal·lada (kW)	80,0	68,0
Consum anual (kWh/any)	188.786,5	160.359,1
Estalvi energètic anual (kWh/any)		28.427,5
Estalvi econòmic anual (€)		2.331,1
Preu (€)		28.300,0
Temps d'amortització (anys)		12,14

Taula 32.-Comparació màquina de soldadura fixa de Resistec proposada contra l'actual

S'observa com amb aquesta nova implantació s'aconsegueix un estalvi en potència de 12kW que repercuteixen anualment en un estalvi de 2.331,1€, fent que l'amortització del capital total de la inversió es retorni en un període, no menyspreable, de 12,14 anys. Aquest temps de retorn tan elevat fa d'aquesta opció una inversió poc òptima, tenint en compte exclusivament l'estalvi energètic de la màquina de soldadura Resistec respecte l'actual.

7.2.4. Implantació d'un sistema de parada automàtica

Com s'ha remarcat en diverses ocasions un simple element de parada automàtica a les diferents centres de treball reduiria casi completament el temps d'aturada en règim de repòs, estimant-se en un 80% per a totes les màquines menys per a la de desengreix, la qual necessita un temps

d'arrencada de 23 minuts per a estar operativa per al funcionament (amb una parada de 45 minuts), en aquesta es considerat doncs un estalvi efectiu del 70%.



Figura 36.- Fotografia de la premsa excèntrica 500 TN (centre de treball 5000).

Aquest sistema d'aturada automàtica simplement constaria d'un temporitzador i un interruptor, el qual després del temps fixat com a adient (en aquest estudi es suposen 5 min), s'activaria deixant obert el circuit, d'aquesta manera tot el centre de treball deixaria de funcionar durant temps no productius, aconseguint un estalvi anual total de 63.831,91€ amb el conjunt de tots els centres de treball. Aquest estalvi s'aconsegueix amb una inversió pràcticament nul·la, ja que aquesta implantació té un cost molt baix.

CT	Nom de la maquinària associada	Suma	Cost en consum	Estalvi efectiu
9510	INSTAL·LACIÓ DESENGREIX	305.479,50	25.049,32	17.534,52 €
9390	MÀQUINA DESBARBAR ESPIRAL	153.001,70	12.546,14	10.036,91 €
9670	Punxonadora Goiti	63.208,37	5.183,09	4.146,47 €
9490	MÀQUINA DESBARBAR 620L	46.056,57	3.776,64	3.021,31 €
5000	PREMSA EXCENTRICA 500 TN	39.248,14	3.218,35	2.574,68 €
9230	SOLDADURA PUNTS	38.556,54	3.161,64	2.529,31 €
9780	LASER PRIMA	37.776,77	3.097,70	2.478,16 €
5010	PREMSA EXCENTRICA 500 TN	36.942,88	3.029,32	2.423,45 €
9130	PREMSA HIDRA 500TN	34.881,57	2.860,29	2.288,23 €
9920	PLEGADORA TRUMPH	24.004,46	1.968,37	1.574,69 €

2500	PREMSA EXCENTRICA 250 TN	22.985,39	1.884,80	1.507,84 €
2510	PREMSA EXCENTRICA 250 TN	19.015,52	1.559,27	1.247,42 €
9980	PREMSA HIDRA 250	17.200,56	1.410,45	1.128,36 €
9360	MAQUINA SOLDAR SUPORTS	17.129,94	1.404,65	1.123,72 €
9020	Esmeriladora GRINDINGMASTER	16.880,53	1.384,20	1.107,36 €
9671	Punxonadora Goiti 30 TN	16.635,18	1.364,08	1.091,27 €
3510	PREMSA EXCENTRICA 350 TN	15.894,68	1.303,36	1.042,69 €
9290	PLEGADORA AJIAL/MEBUSA	15.640,83	1.282,55	1.026,04 €
4020	PREMSA LINK DRIVE 400TN	12.057,11	988,68	790,95 €
9530	ROBOT SOLDADURA	11.687,57	958,38	766,70 €
9240	SOLDADURA PREMSA	8.630,53	707,70	566,16 €
9004	PREMSA HIDRA. 250+100 TN +P-350 TN +P-50 TN	8.586,95	704,13	563,30 €
9430	PINÇA SOLDADURA	7.092,70	581,60	465,28 €
4010	PREMSA EXCENTRICA 400 TN	6.470,76	530,60	424,48 €
9560	ROBOT SOLDADURA	5.439,65	446,05	356,84 €
4050	PREMSA EXCENTRICA 400 TN	5.427,54	445,06	356,05 €
4000	PREMSA EXCENTRICA 400 TN	4.944,76	405,47	324,38 €
9760	MAQUINA SOLDAR CARCASSES	3.629,43	297,61	238,09 €
9001	PREMSA HIDRA. 250+500 TN	3.356,06	275,20	220,16 €
9002	PREMSA HIDRA. 250+P350 TN	2.874,15	235,68	188,54 €
9773	MAQUINA D'ESTIRAR ESPIRALS	2.711,21	222,32	177,86 €
9003	PREMSA HIDRA. 250+100 TN +P-350 TN	2.555,09	209,52	167,61 €
9492	MÀQUINA DESBARBAR 320L	2.428,56	199,14	159,31 €
9015	BRAÇ ROSCAMAT	2.078,44	170,43	136,35 €
9005	PREMSA HIDRA. 250+ P-350 + P-40 TN	690,44	56,62	45,29 €
9600	PLEGADORA AJIAL	32,30	2,65	2,12 €
Total				63.831,91 €

Taula 33.-Estalvi energètic aconseguit a partir d'una implantació de parada automàtica

7.3. Implantacions en enllumenat

A partir de la coneixença de quins elements conformen el nostre sistema actual es passa a comparar-los amb productes actuals que ofereixin, més o menys, les mateixes prestacions, en quant a color i intensitat lumínica (lúmens), amb una potència instal·lada menor. Per això ens decanem pels productes LED, els quals tenen el consum més baix del mercat. Podent buscar al catàleg de diferents marques per concretar quins models se'ns adequen més a les nostres necessitats. Un altre dels motius pel que es realitza aquest estudi és el fet de que ja trobem una important quantitat d'enllumenat repartit per la fàbrica que ja no funciona i que de substituir, a més a més, moltes de les campanes que funcionen ho fan molt per sota del rendiment que haurien de tindre, donant una intensitat lumínica molt per sota de la nominal. En total hi ha 21 campanes que no funcionen en tota la planta, les quals aniran en augment com més es tardi en dur a terme aquesta implantació.

Els productes triats en un principi van ser els següents:

- Campanes Philips BY120P
- Master LEDtubo de Philips
- NJ200 GIGANTE d'Osram
- Substitube EM d'Osram

Les característiques tècniques de tot aquest enllumenat es poden trobar als Annexos 3.1.3, 3.1.4, 3.1.7, 3.1.8 i 3.1.9.

Un cop identificats aquests productes vaig posar-me en contacte amb Saltoki i Coeva, uns distribuïdors d'enllumenat de la zona per què em passessin una oferta del que podria costar cadascun dels productes seleccionats i, si a més creien que podien oferir un altre producte amb unes prestacions similars que l'esmentessin per tenir-lo en compte. A més a més, a partir de la indagació dins el departament de manteniment de la planta vaig poder identificar dos ofertes de dos distribuïdors diferents, les quals em comparat amb les noves proporcionades per Saltoki, i més posteriorment amb Coeva, d'aquesta forma em pogut comparar 5 productes diferents entre ells. Podent establir una conclusió amb una base molt més sòlida que si pel contrari només hi haguessin dos productes ofertats.

En aquest punt vull fer un incís, ja que més endavant es veurà com hi han molts més elements comparats entre si, això és degut a que a mesura que avançavam amb l'estudi altres distribuïdors s'han posat en contacte amb mi i m'han fet arribar noves ofertes que també em tingut en compte. Les característiques de l'enllumenat esmentat en aquestes ofertes es troba als Annexos 4.2.1.1, 4.2.1.5 i 4.2.1.6, per tal de poder consultar la veracitat de tota la informació.

Per cadascun dels elements no només s'ha tingut en compte quin preu i quina intensitat lumínica ofereixen, sinó que s'ha realitzat un estudi lumínic amb DIALux per poder comparar quina

intensitat lumínica per unitat de superfície ens poden proporcionar per a cada espai, tenint en compte les seves diferents geometries. Aquests estudis estaran adjuntats a l'Annex 2.7.1.

A continuació ens dedicarem a comparar les característiques de cadascun dels elements ofertats, juntament amb l'estalvi que ens proporcionen i el temps de retorn que implica la seva tria. Tot això juntament amb un VAN a 6 anys, degut a que la vida útil de cadascun dels elements amb un ús de 144h/setmana es fixa en poc més de 7 anys. Es fixarà una taxa d'actualització del 8% per fer més real el resultat.

En primer lloc s'exposa una taula resum de tots els productes (27, 34, 35, 37, 38, 39):

Il·luminació proposada	Unitats	Potència (W)	unitària	Lumens (lm)	Relació lm/W	Vida útil	hores/setmana	Consum mensual (kWh)
Campanes Celer HIGHBAY REGULABLE	90	100,2		10959	109,37	50.000	144,00	5.194,37
Campanes Osram SITECO GIGANTE	90	145		13200	91,03	50.000	144,00	7.516,80
Campanes Philips BY120P	90	85		10500	123,53	50.000	144,00	4.406,40
Tubs Led LUCECO Climate	99	64		7000	218,75	50.000	144,00	3.649,54
Estanques Led Integrat Disano Illuminazione SpA	99	52,8		7196	272,58	50.000	144,00	3.010,87
PIN.2H/ST/120/VAC/4.5/E	90	120		16800	140,00	50.000	144,00	6.220,80
BAYLED 1.5	90	100		11500	115,00	50.000	144,00	5.184,00
TMG/26/5.5	99	52		5200	100,00	50.000	144,00	2.965,25

Taula 34.-Característiques enllumenat proposat

Il·luminació proposada	Estalvi en consum (€/any)	Estalvi en potència (€/any)	Estalvi en canvi d'enllumenat	Preu (€)	TR (anys)
Campanes Celer HIGHBAY REGULABLE	9.579,78	1.850,04	1.944,00	222,30	1,50
Campanes Osram SITECO GIGANTE	7.294,51	1.408,71	1.944,00	244,55	2,07
Campanes Philips BY120P	10.355,14	1.999,78	1.944,00	258,75	1,63
Tubs Led LUCECO Climate	4.343,83	823,56	1.283,04	35,35	0,54
Estanques Led Integrat Disano Illuminazione	4.972,28	944,92	2.138,40	89,60	1,10
PIN.2H/ST/120/VAC/4.5/E	8.569,77	1.820,49	1.944,00	298,80	2,18
BAYLED 1.5	9.589,99	2.037,22	1.944,00	295,81	1,96
TMG/26/5.5	5.017,17	996,94	1.283,04	68,40	0,93

Taula 35.-Característiques enllumenat proposat

Passarem a explicar les taules anteriors esmentant d'on surten els diferents valors que s'hi reflecteixen:

- Unitats: Podem veure com els fluorescents estan representats en 99 unitats i les campanes en 90 unitats, això és deu simplement al fet de que l'oferta s'ha fet per aquest nombre d'unitats, i es raonable esmentar que si s'hagués fet per un grup més gran o més petit el preu podria veure's alterat. A més a més, s'ha d'esmentar que els fluorescents es venen en grups de dos.
- Potència unitària: és la potència de cada element expressada en Watts.
- Intensitat lumínica unitària: és la intensitat lumínica de cada element expressada en lumens.
- Relació (lm/W): és un coeficient que ens ajuda a veure quin dels elements té un rendiment més alt.
- Vida útil: tots els elements tenen una vida nominal de 50.000hores.
- Hores setmanals: són les hores totals esperades que tinguin els elements instal·lats en un sector en concret, en aquest cas l'estudi s'ha fet pel mateix sector, així doncs, tots funcionaran 144hores/setmana.
- Consum mensual: és el resultat de la següent operació: $\text{Consum mensual} = \text{Punitària} * n^{\text{º}}\text{elements} * \text{Hores setmanals} * 4\text{setmanes/mes}$, després es divideix entre mil per passar-ho a kWh.
- Estalvi anual: s'expressa en €/any i és el consum anual de 90 unitats del sistema actual menys el consum mensual del sistema proposat multiplicat per 12mesos/any, i el conjunt multiplicat pel preu estandaritzat de 8,2 cent.€/kWh.
- Estalvi en potència: s'expressa en €/any i surt de la següent fórmula:

$$\text{Estalvi potència} = \frac{(\text{Potència actual } (n^{\text{º}} \text{ unitats}) - n^{\text{º}} \text{ unitats} * \text{Potència unitària}) * (\text{Cost fixe anual potència})}{(\text{potència contractada})}$$

S'ha d'especificar que la potència contracta és de 550kW del P1-P5 i de 650kW al P6, per altra banda el cost per potència contractada anual és de 60201€.
- Estalvi en canvi d'enllumenat: s'expressa en €/any i és el resultat de la següent operació:

$$\text{Estalvi canvi enllumenat} = \frac{\text{vida útil proposta}}{\text{vida útil actual}} * \text{Preu enllumenat actual} * \frac{\text{Vida útil proposta}}{\text{Funcionament anual}}$$

El preu de l'enllumenat actual és d'aproximadament 50€ per les campanes i de 15€ pels fluorescents.
- Preu: expressat en € és el preu ofertat pel distribuïdor, el qual ja inclou l'IVA.
- Ajudes estatals (10): actualment l'estat ofereix ajudes per a la millora d'eficiència energètica en diversos sectors, un d'ells és el del canvi de la il·luminació, en el qual solen donar ajudes recollides al voltant del 15% de la inversió. En aquest cas però, no poden arribar a ser efectives ja que no compleixen amb els mínims exigibles de la convocatòria.
- Temps d'amortització: expressat en anys, és el temps que es tarda a recuperar la inversió inicial, i per tant el temps a partir del qual generarà un estalvi.

A partir d'aquesta taula primària sobre una zona en concret de mides 70x45m, en la qual hi ubiquades 90 campanes, em realitzat l'estudi de la resta de la planta, on si ha sigut necessària alguna modificació de l'element a instal·lar s'ha realitzat de forma adequada. Per altra banda com només tenim ofertats dos tipus de fluorescents no estancs i uns d'estancs s'ha realitzat l'estudi pels fluorescents no estancs amb un rendiment i preu més baix, és a dir, els Tub Led Ludeco Climate.

S'observa a partir d'aquest estudi embrionari que les campanes amb un rendiment més alt són les PIN.2H/ST/120/VAC/4.5/E de MicroPlus, seguides de les campanes Philips. Els fluorescents, per altra banda, tenen un rendiment molt més alt. Un altre factor important que es pot observar en aquesta taula és el temps de retorn de la inversió, en aquest cas els fluorescents tornen a estar al capdavant ja que la seva amortització es recupera en aproximadament mig any. Per altra banda les campanes amb un temps de retorn més baix són les campanes Celer seguides de les de Philips.

Amb aquest primer anàlisi ens situaríem entre MicroPlus, Celer i Philips, ja que són les que millor rendiment ofereixen amb un temps d'amortització més baix, tot hi això passem a fer un estudi més detallat de cada producte per establir les conclusions més òptimes possibles. En aquest anàlisi l'amortització es realitzarà a partir de l'estalvi energètic de l'enllumenat proposat respecte l'enllumenat actual.

7.3.1. Estudis específics de cada enllumenat

En primer lloc concretarem el significat d'algunes columnes addicionals respecte a la taula anterior.

En aquest cas trobem reflexades: les hores anuals, que són simplement les hores setmanals multiplicades per 48, el consum anual en contra del consum mensual, juntament amb la repercussió econòmica que té l'estalvi en potència, que és simplement la diferència de potència que tenen la suma de tots els elements contra la potència dels elements proposats, el preu total de tot l'enllumenat proposat i, finalment, l'estalvi total durant la vida de l'enllumenat proposat, expressat en € tenint en compte un factor de seguretat de 0,9 per possibles averies anteriors al temps de vida fixat.

La fórmula emprada per al càlcul del VAN és la següent:

$$VAN = -Q_0 + \sum \frac{Guany_n}{(1+i)^n}$$

On:

- Q_0 : inversió inicial en €.

-Guany: és l'estalvi anual fix.

- i : txa d'actualització de la moneda, es considera del 8%.

- n : número de l'any, anant de l'any 1 al 6.

A continuació es mostra l'estudi específic de Philips, el qual considerem arribat aquest punt, el més rendible per a la nostra instal·lació. Tot hi això, caldrà contrastar-ho amb les mesures finals obtingudes, juntament amb les ofertes finals de cada comerciant. La resta de càlculs es poden consultar a l'Annex 2.1.

Lluminària proposada	Unitats	Potència total (W)	Vida útil (h)	Hores setmanals	Hores anuals	Consum (kWh/any)	Preu (€/any)	Estalvi potència (kW)	Estalvi potència (€/any)
Campanes Philips BY120P	15	85	50000	144	6912	8.812,80	722,65	5,63	622,06
Tubs Led LUCECO Climate	200	32	50000	144	6912	44.236,80	3.627,42	7,60	843,53
Campanes Philips BY120P	140	85	50000	144	6912	82.252,80	6.744,73	28,42	3.280,27
Campanes Philips BY120P	114	85	50000	144	6912	66.977,28	5.492,14	23,26	2.657,92
Campanes Philips BY120P	40	85	50000	96	4608	15.667,20	1.284,71	8,20	911,13
Total	509	372				217.946,88	17.871,6	73,10	8.314,91

Taula 36.-Característiques enllumenat triat com a teòricament més òptim

Lluminària proposada	Estalvi anual en recanvis (€/any)	Estalvi anual consum (€/any)	Preu enllumenat	Total enllumenat	preu Temps de enllumenat	vida Temps de retorn	Estalvi total
Campanes Philips BY120P	384,00	3.188,16	258,75	3.881,25	7,23	0,93	10.030,8 3
Tubs Led LUCECO Climate	1.280,00	4.307,56	17,68	3.535,00	7,23	0,55	35.022,7 9
Campanes Philips BY120P	3.136,00	16.108,00	258,75	36.225,00	7,23	1,61	69.491,3 2
Campanes Philips BY120P	2.553,60	13.181,13	258,75	29.497,50	7,23	1,60	56.553,1 6
Campanes Philips BY120P	896,00	3.098,42	258,75	10.350,00	10,85	2,11	25.203,4 2
Total	8.249,60	39.883,27		83.488,75			196.301, 53

Taula 37.-Característiques de l'estalvi energètic amb l'enllumenat triat com a teòricament més òptim

A continuació es realitza un VAN a sis anys, ja que la vida estimada de pràcticament tot l'enllumenat és de 7,23 anys, als quals aplicant un petit factor de seguretat traduïm a uns 6,5 anys. A més a més considerem una taxa d'actualització de la moneda del 8%, una taxa bastant més alta que la que utilitzen els mateixos distribuïdors per fer l'estudi, tot hi que molt més realista degut a les seguides pujades del preu de la llum, etc. Els beneficis anuals són l'estalvi dut a terme pels elements proposats.

Any	0	1	2	3	4	5	6
Inversió	83.488,75						
Estalvi	0,00	56.447,7	56.447,7	56.447,7	56.447,7	56.447,7	56.447,7
Acumulat	-83.488,75	-27.040,9	29.406,8	85.854,5	142.302,3	198.750,1	255.197,9
VAN		-31.222,2	17.172,5	61.982,6	103.473,4	141.890,8	177.462,5
TR	1,48	anys					

Taula 38.-VAN a sis anys de la implantació triada

S'observa com el resultat del VAN a sis anys és inferior als 196.301,53€ obtingut com a resultat de l'estalvi en tot el temps de vida dels diferents elements proposats i el temps de retorn amb tots aquests elements proposats és inferior respecte el temps de retorn obtingut amb l'estalvi de les 90 unitats esmentades en la primera taula.

Un cop generades les diferents taules inicials per a cada tipus d'enllumenat generem un gràfic on podrem comparar el VAN a sis anys de cadascun dels canvis proposats juntament amb el temps de retorn de cadascun. Aquesta operació es repetirà més endavant amb les característiques reals de cadascuna de les ofertes.

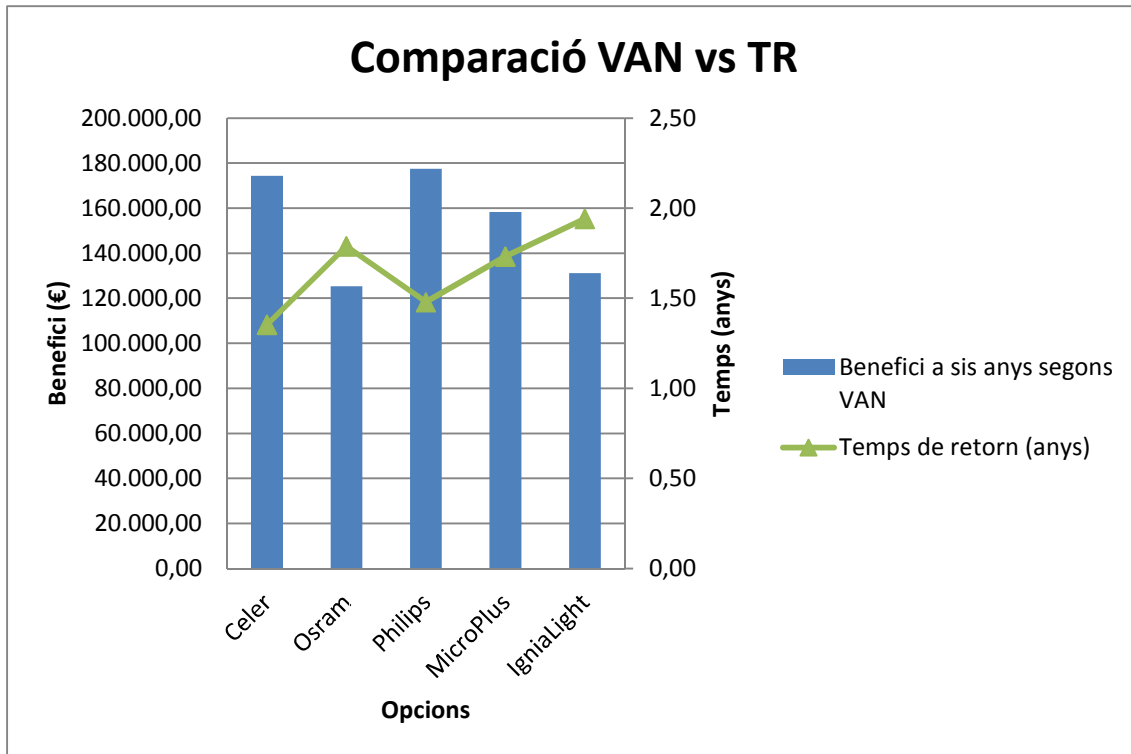


Figura 37.- Comparació de les diferents opcions segons el VAN i el temps de retorn

En aquest gràfic s'aprecia com Philips té el VAN més elevat, seguit d'aprop per Celer, tot hi que Celer té un TR més baix que Philips. Si comparem a nivell de característiques quina de les dos opcions té un rendiment més elevat es veu clarament que Philips surt amb avantatge en aquest sentit ja que comparem uns 109 lm/W de Celer contra uns 123 lm/W de Philips, tot hi que Celer té una intensitat lumínica una mica més gran que Philips. En els dos casos el distribuïdor Saltoki que és qui ens ha proporcionat l'oferta d'aquests dos elements ens ofereix una cobertura de 5 anys.

Al tindre un resultat tan igualat tendim a decantar-nos per Philips pel seu renom com a marca i la seva importància en el sector, tot hi que per poder valorar més clarament les seves prestacions em demanat al distribuïdor que ens faci arribar un parell d'elements de cadascun dels productes per poder comparar-los dins el mateix entorn de treball. Tenint doncs un pla d'acció pel canvi d'enllumenat que es decantarà cap a un d'aquests dos elements i que suposarà una inversió entre 72.000€ (Celer) i 83.000€ (Philips).

7.3.2. Estudi millora instal·lació lumínica a oficines

Primerament substituïrem els fluorescents actuals pels Tubs Led LUCECO Climate, definits en les diverses taules anteriors, tot hi ser de mides diferents el preu varia tan poc que agafarem el preu base anterior per cobrir totes les possibles fluctuacions.

Així doncs, podem conformar la següent taula de dades:

Espai	Unitats	Potència total kW	Potència a actuar kW	Consum total kWh/any
Oficines centrals	59	4,13	1,534	12.803,00
Qualitat	32	2,24	0,832	16.665,60
Metrologia	10	0,7	0,26	2.170,00
Producció	36	2,52	0,936	18.748,80

Taula 39.-Consum total elements oficines SOME

Espai	Consum estalvi kwh/any	Inversió (€)	Temps de retorn(any)	Estalvi anual (€)
Oficines centrals	8.047,60	1.008,90	0,39	389,94
Qualitat	4.364,80	547,20	1,84	1.008,67
Metrologia	1.364,00	171,00	0,39	66,09
Producció	4.910,40	615,60	1,84	1.134,75
Total				2.599,45

Taula 40.-Estalvi anual amb els elements proposats

Com s'observa en aquesta taula podem veure les unitats de cadascun dels espais identificats i la diferència de potència que hi ha amb la substitució d'enllumenat, amb la inversió, l'estalvi energètic i el temps de retorn. En aquest cas s'ha eliminat l'estalvi per canvi d'enllumenat, ja que l'actual té una vida la meitat de curta que els elements proposats.

Per a calcular el consum anual s'ha tingut en compte que les oficines centrals funcionen 10 hores diàries, qualitat funciona 24 hores diàries, metrologia 10 hores/dia i producció 24 hores/dia. Tots els espais s'han fixat a 310 dies de funcionament anuals.

Amb tots aquests canvis tindríem un estalvi anual d'aproximadament 2.600€, amb un temps de retorn menor a 1 any, aquest canvi d'enllumenat suposarà una inversió total de 2.342,7€.

Per una altra banda s'estudia la possibilitat d'instal·lar sensors (56, 57) a les diverses oficines repartides per planta, ja que hi ha molts espais que estan il·luminats de forma permanent i tenen una fluència de gent relativament baixa, com poden ser: les sales de reunions, algunes oficines, etc.

Aquest estudi està fet per ser una acció posterior al canvi d'enllumenat de les oficines, tenint doncs, un estalvi a partir de l'estalvi anterior, a partir d'una inversió una mica superior.

Espai	Unitats	Unitats a actuar	Potència total kW	Potència a actuar kW	Consum total kWh/any
Oficines centrals	59	39	1,534	1,014	4.755,40
Qualitat	32	14	0,832	0,364	12.300,80
Metrologia	10	10	0,26	0,26	806,00
Producció	36	20	0,936	0,52	13.838,40

Taula 41.-Característiques de la instal·lació amb sensors

Espai	Consum estalvi kwh/any	Inversió (€)	Estalvi (any)	Temps de retorn
Oficines centrals	951,08	480	77,98856	6,15474885
Qualitat	2460,16	180	201,73312	0,892267963
Metrologia	161,2	180	13,2184	13,61738183
Producció	2767,68	180	226,94976	0,793127078
Total			519,88984	

Taula 42.-Estalvi anual amb la implantació de sensors

Es veu com a partir d'una inversió total de 1.020€, 60€ per sensor, tenim un estalvi anual d'aproximadament 520€, aquest estalvi surt a partir de la suposició de que es reduirà en un 20% el consum dels elements connectats a un sensor. Per tant, s'ha de tindre en compte que no podem actuar a totes les unitats de l'enllumenat, ja que no a tots els espais té sentit instal·lar un sensor. Així doncs, amb aquesta hipòtesis es tardarà el període 2 anys a recuperar la inversió feta amb aquests elements.

Són dos sensors, un per sostre (Philips) i un per paret (OccuSwitch), amb un preu al voltant dels 60€ cadascú, i que instal·larem com més convingui segons l'espai, per poder controlar el màxim d'espai possible dins la mateixa habitació. Les característiques d'aquests dos elements es poden consultar a l'Annex 3.1.1 i 3.1.2.

La disposició d'aquests elements s'estableix a partir dels croquis exposats a l'Annex 1.4 on s'observa cada espai esmentat amb la ubicació de l'enllumenat actual i la ubicació de cada sensor proposat, per tal de reduir el màxim possible el consum i afectar el màxim de lluminària possible amb un mateix element.

7.3.3. Simulació amb Dialux

En primera instància per avaluar quines lluminàries eren més òptimes, per la nau industrial en qüestió, s'han realitzat diferents simulacions amb DIALux (41), algunes d'aquestes les han realitzat els comerciants de les diferents empreses que han vingut a vendre un cert enllumenat a l'empresa. Per comparar-les jo també he realitzat les simulacions, tot establint les característiques de la fitxa tècnica de cada element. Totes s'han simulat totes amb condicions similars, és a dir, s'han establert espais amb les mateixes característiques que les ja establertes pels primers comerciants. Els diferents informes generats es poden veure a l'Annex 2.7.1 on es poden consultar les diferents dades obtingudes per a cada tipus d'enllumenat.

El programa DIALux és un software amb una interfície bàsica molt completa i gratuïta. Aquesta permet crear projectes d'il·luminació professionals, avaluant els diferents nivells de llum en un espai en concret, a partir de la definició de l'enllumenat interior i l'exterior definit, a partir de l'establiment de diverses dades per a aquesta simulació. Juntament amb el disseny establert es determina el consum energètic associat, podent establir un projecte lumínic adient per les diferents tasques dels seus usuaris i un consum el més eficient possible per a aquesta instal·lació.

Per altra banda, el programa compta amb l'avantatge de poder accedir a dades actualitzades d'empreses i fabricants de tot el món, podent escollir-les dins els seus catàlegs i posteriorment, dur a terme la seva compra en el mercat.

Un cop simulat el sistema introduït el programa et genera un informe en format PDF, on s'esmenten el llistat de lluminàries escollides amb les seves diferents dades, les escenes de llum obtingudes, on es visible com d'il·luminat està l'espai a partir d'una escala de colors i dades numèriques envers els diferents nivells d'intensitat lumínica en cada espai.

Quan anem a consultar aquests estudis ens em de fixar en la uniformitat dels espais, ja que tot hi que les dimensions no varien gaire entre els diferents estudis si que varien en alguna mesura, per això és important fixar-s'hi. Un altre punt important que influirà molt en els resultats és l'angle en que la campana emet la llum, ja que si és molt oberta il·luminarà molt les parets que l'envolting i arribarà menys intensitat lumínica al terra, això es pot veure clarament a l'esquema en 3D que genera el mateix programa. Finalment el valor més rellevant i que serà el que compararem entre els diferents estudis serà el valor mitjà a terra, juntament amb la uniformitat del repartiment de la intensitat lumínica envers tot l'espai que il·lumina el conjunt, ja que ens interessa que la llum es reparteixi el més uniformement possible.

7.3.4. Estudi amb valors reals

Aquest estudi es realitza per diversos motius, tots vàlids i imprescindibles per a dur a terme un estudi el més real possible, a llistar:

- Corroborar els resultats obtinguts amb la simulació realitzada amb DIALux, comparant els valors de lluminositat útil a terra oferta per la lluminària proposada i els valors obtinguts amb luxímetre just a sota de l'element instal·lat.
- Mesurar la potència real de cadascun dels elements instal·lats, comparant la potència teòrica definida pels fabricants del producte al seu catàleg.
- Establir quin disseny facilita més la instal·lació de l'enllumenat i per tant abarateix els costos establerts per a la substitució de l'enllumenat actual.
- De forma una mica menys rellevant s'identificarà quin color és el més agradable per als treballadors i la realització de les seves tasques durant el dia a dia.

Així doncs, per a la realització d'aquest apartat s'han instal·lat tota la lluminària que s'ha rebut per part dels diferents comerciants, tot hi que en el desenvolupament d'aquest estudi ja s'ha vist que molta d'aquesta lluminària ja no era la més òptima per aquesta instal·lació, tot hi això es mostren els resultats obtinguts, per acabar de reafirmar els resultats anteriors.

Per realitzar els estudis amb DIALux s'han coquitat els diferents espais i s'han enviat als diferents comercials, aquests croquis es poden trobar a l'Annex 1.4.

	Intensitat lumínica teòrica	Intensitat lumínica real	Potència teòrica (W)	Potència real (W)	Vida	Garantia	Color
Campanes Celer (200W)	422	502	200	172,7	50000	3	4000
Campanes Philips BY121P	349	418	155	168,5	50000	3	4000
BAYLED 2.0	278	267	150	177,5	50000	-	4000
PIN-2H/ST/160/VAC/4.5/E	391	290	160	202,7	70000	5	5500
Campana Led Prolux Lenco	326	310	150	154,8	50000	2	6000
CREE (155W)	518	558	155	154,4	50000	5	6000
CREE (126W)	365	422	126	132,1	50000	5	4000
TREE	-	312	150	150,3	50000	-	5000
Led Light	-	326	150	144,6	50000	-	6000

Taula 43.-Comparació de les característiques teòriques contra les mesures

Com es pot veure en aquesta taula hi han diferents campanes aplicades (28, 30, 31, 32, 40), ja que tenen potències diferents de les quals s'ha fet l'estudi, això és degut a que a la realitat la intensitat lumínica a terra era un pel menor a l'assignada per llei a les diferents parts de la fàbrica, per això la lluminària provada és de potències majors, i per tant, ofereixen una intensitat lumínica superior. Podent assegurar uns mínims a tota la fàbrica, tenint en compte que als passadissos no fa falta que hi hagi la mateixa intensitat lumínica. Aquesta mesura farà encarir la inversió inicial i alhora augmentarà el temps de retorn, tot reduint l'estalvi obtingut per l'enllumenat.

Amb aquesta taula s'extreuen diversos valors, els quals ens faran decidir-nos per una campana o un altra. En primer lloc trobem la intensitat lumínica real mesurada, la qual és més elevada en les campanes CREE de 155W i les campanes CELER, tot hi que amb les Philips i CREE de 126W es superen els 400lm a terra. En aquest punt és molt important no perdre de vista el fet de que realment tan sols necessitem que al terra hi hagi més de 300lm, és a dir, si que una major intensitat de llum pot fer més fàcil algunes tasques però amb 300 ja es considera una lluminositat òptima, així doncs tenint en compte aquest criteri tan sols queden excloses les BAYLED 2.0 d'IgniaLight i les PIN2H/ST/160 de MicroPlus. Per altra banda trobem la potència real de les campanes mesurada en el la ubicació de cadascuna d'elles, en aquest cas si que ens hauríem de regir pel criteri de les que tenen una potència menor són més òptimes, ja que ens oferiran un estalvi major, aquestes són les CREE de 126W i en segon lloc les Led Light. Finalment es mostren altres criteris de selecció com són les hores de vida de les campanes, en aquest cas les MicroPlus serien superiors, però ja han quedat descartades pel seu rendiment, els anys de garantia també és un factor a tindre en compte per al futur, presidint aquest apartat les CREE amb 5 anys de

garantia seguides de les CELER i Philips amb 3 anys de garantia. També s'exposa el color de cadascuna d'elles ja que també pot arribar a ser un factor determinant alhora de canviar l'enllumenat.

Un cop enumerades totes les característiques de cadascuna de les campanes ens hem de decantar per una d'elles tot sabent el preu final de la campana, amb el qual podem cercar el seu estalvi anual i per tant el temps de retorn de cadascuna de les inversions, tot tenint en compte els diversos punts ja esmentats amb anterioritat, per no tornar a mostrar la taula final (es pot visualitzar a l'Annex 2.1) s'exposen dos taules resum amb els seus respectius gràfics.

Il·luminació proposada	Estalvi acumulat a 6 anys	Relació lm/W	Temps de retorn (anys)
Celer 200W	117.575,58	129,39	2,18
Celer 150W	147.639,55	139,61	1,74
Philips	121.911,48	121,66	2,15
MicroPlus	68.492,22	118,39	3,20
IgniaLight	100.923,26	104,24	2,61
CREE 155W	105.401,02	161,94	2,95
CREE 126W	133.115,33	136,30	2,61
Led Light	157.231,71	98,55	1,71
Campana Led Prolux	135.494,45	106,56	2,07
Lenco			

Taula 44.-Comparació dels diferents elements segons Rendiment i estalvi

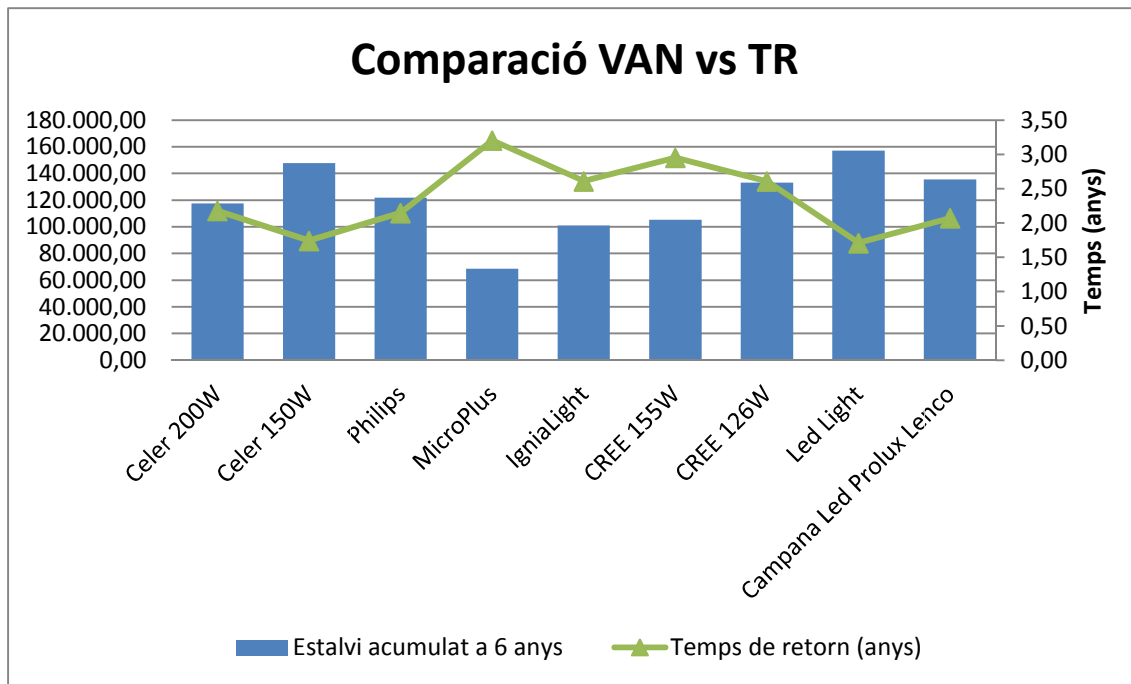


Figura 38.- Comparació del VAN i el temps de retorn en totes les opcions ofertades

A continuació es realitza una taula amb els factors clau de la decisió, on s'estableix un "rendiment" entre els lúmens que ofereix cada campana a terra i el seu preu, amb aquesta relació podrem determinar quina és la campana que ofereix un millor servei pel preu que té.

	Intensitat lumínica terra real	Preu	Rendiment (lm/€)	Potència real (W)
Campanes Celer HIGHBAY REGULABLE CREE (155W)	502	230,00	2,18	154,0
Campanes Philips BY121P Led Light	418	300,00	1,39	168,5
Campana Led Prolux Lenco CREE (126W)	312	272,25	1,15	154,8
PIN-2H/ST/160/VAC/4.5/E BAYLED 2.0	290	298,80	0,97	202,7
	267	295,81	0,90	177,5

Taula 45.-Comparació de l'enllumenat ofertat a partir d'altres característiques

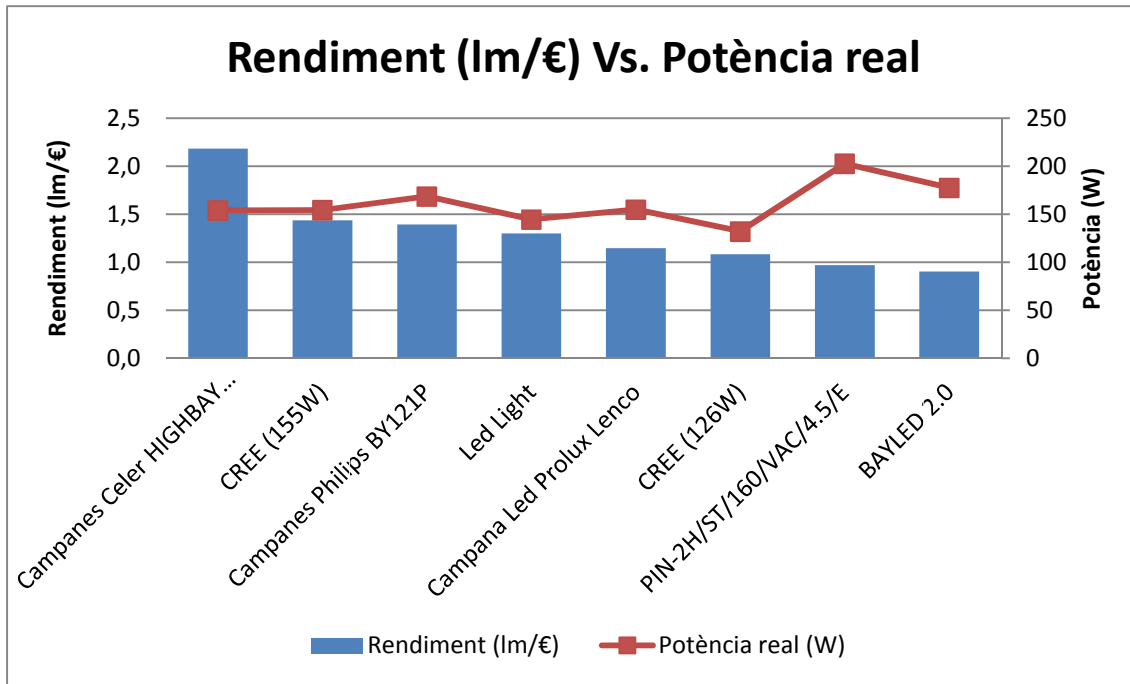


Figura 39.- Comparació del rendiment i la potència real de l'enllumenat ofertat

Amb aquest gràfic es poden observar els diferents resultats ordenats des del més òptim al més precari dels rendiments, tot acompanyat de la potència dels mateixos elements. Es mostra en primer lloc les campanes Celer, seguides de les Led Light i les Philips, tot sabent que en temps de retorn les Led Light lideren el grup seguides de Celer i Philips

Finalment, qui decanta la balança és Celer, ja que és la campana amb la que més bones prestacions obtenim i tot hi que la Led Light té un estalvi anual més gran, es preveu que als passadissos s'instal·lin Celer de 100W per reduir el consum, ja que en aquests punts la intensitat lumínica necessària és inferior. Aquest fet no només reduirà el consum, ja que 93 il·luminàries de 154W passarien a ser de 100,2W, sinó que també reduirà la inversió inicial en 7.440€. Passant a ser la proposta més òptima per a la nostra instal·lació, en el següent apartat es desenvolupa l'opció triada per a mostrar quin és l'estudi econòmic complet.

7.3.5. Estudi de viabilitat econòmica

En primer lloc esmentar que els diferents preus i costos exposats en aquest apartat no són ficticis i que es poden consultar a les ofertes fetes pels diferents comerciants a la meua persona a l'Annex 4.2.1.

Com hem explicat la decisió final és la d'implementar les campanes Celer que proporcionaran una reducció considerable de la potència contractada i el consum anual de les lluminàries de la planta, aquesta opció constarà de 200 fluorescents estancs, 216 campanes Celer de 150W i 93 campanes Celer de 100W pel passadís i el magatzem.

Lluminària proposada	Unitats	Potència total (W)	Vida útil (h)	Hores de funcionament setmanals	Hores anuals	Consum anual (kWh/any)
Campanes Celer HIGH. REG.	15	154	50000	144	6912	15.966,72
Tubs Led LUCECO Climate	200	32	50000	144	6912	44.236,80
Campanes Celer HIGH. REG.	161	154	50000	144	6912	171.376,13
Campanes Celer HIGH. REG.	93	100,2	50000	144	6912	64.410,16
Campanes Celer HIGH. REG.	40	154	50000	96	4608	28.385,28
Total	509	594,2				324.375,09

Taula 46.-Característiques de la substitució d'enllumenat amb Celer

Lluminària proposada	Estalvi potència (€/any)	Estalvi en recanvis (€/any)	Estalvi consum (€/any)	Preu (€)	Total preu (€)
Campanes Celer HIGH. REG.	506,64	384,00	2.601,54	230,00	3.450,00
Tubs Led LUCECO Climate	843,53	1.280,00	4.307,56	17,68	3.535,00
Campanes Celer HIGH. REG.					37.030,0
	2.457,84	3.136,00	12.149,45	230,00	0
Campanes Celer HIGH. REG.					13.950,0
	1.974,41	2.553,60	9.977,46	150,00	0
Campanes Celer HIGH. REG.	601,40	896,00	2.055,54	230,00	9.200,00
Total	6.383,81	8.249,60	31.091,54		67.165,0

Taula 47.-Característiques de la substitució d'enllumenat amb Celer

Com es pot observar la inversió total és de 67.165€, amb aquesta inversió s'aconsegueix reduir 56,67kW en potència instal·lada i s'allarga el temps de vida de les campanes. Per altra banda el VAN resultant és el següent:

Any	0	1	2	3	6
Inversió	67.165,0				
Estalvi	0,0	45.724,9	45.724,9	45.724,9	45.724,9
Acumulat	-67.165,0	-21.440,1	24.284,9	70.009,8	207.184,7
VAN		-24.827,1	14.374,7	50.672,6	144.215,9
Temps de retorn	1,47 anys				

Taula 48.-Resum del VAN a sis anys amb el canvi d'enllumenat amb Celer

Com es pot veure el tercer i quart any no es mostren a la taula per tal de veure millor els resultats als tres punts importants de la mateixa: a l'any 1, en el qual el VAN és negatiu amb -24.827,1€, a l'any 2, en el qual el VAN ja és positiu amb 14.374,7€ reflectint que ja s'ha retornat la inversió inicial, la qual es retorna al cap de 1,47 anys, és a dir menys d'un any i mig. Finalment l'últim any d'anàlisi, l'any 6, en el qual es pot veure un VAN de 144.215,9€ amb un acumulat de més de dos-cents mil euros. En aquest punt s'ha de fer incís, ja que com s'ha esmentat en més d'una ocasió l'enllumenat té una vida de gairebé set anys i mig amb les hores de funcionament setmanals establertes, per tant s'ha de tindre en compte que aquest estalvi podria augmentar fins a superar els dos-cents cinquanta mil euros.

Tot hi que la proposta inicial hagués reduït encara més el consum, a més de la inversió, augmentant l'estalvi produït per la implantació, s'ha observat que la intensitat lumínica que oferien les campanes era una mica justa, inclús estava per sota, dels límits establerts per la normativa europea com a mínims per a l'elaboració de les tasques de planta. Per això s'ha triat aquesta proposta.

Altres costos associats al canvi d'enllumenat

Finalment, i per concloure l'apartat d'il·luminació, es fixarà un pla de manteniment preventiu per l'enllumenat, fixant una neteja anual de les pantalles i els recobriments de l'enllumenat estanc, per a mantindre el rendiment dels diferents elements i la intensitat lumínica aportada per cadascun d'ells.

Es contarà que, per a dur a terme aquest manteniment, es necessitarà una dedicació de 10 minuts per campana o fluorescent, contant que cada lluminària de fluorescents incorpora dos elements de llum, donant un total de 409 elements instal·lats a planta, que multiplicats per 10 minuts de dedicació per cadascun d'ells donen 4090 minuts, que són poc més de 68 hores de dedicació, contant que la fàbrica disposa de dos grues i que dos persones haurien d'emprar més de 4 dies i mig per dur a terme aquest manteniment es disposa que el més adient és la contractació de dos persones per a dur a terme aquestes tasques i que, a més a més, no es farà un manteniment de tot l'enllumenat de cop, sinó que el primer any es farà el manteniment d'aproximadament la meitat dels elements, deixant l'altra meitat pel següent any, duent a terme per tant, un manteniment cada dos anys.

Es disposa també, que aquest manteniment es faci a la segona quinzena d'agost, ja que es un moment en que la fàbrica està tancada i es podrà dur a terme aquesta intervenció sense cap problema en la disposició dels elements, ni en la ocupació dels espais.

Així doncs un manteniment d'aquest tipus suposaria un cost anual d'uns 680€ si el cost horari de cada persona contractada és de 20€/hora. Com hem pogut veure en els diferents VAN calculats per cadascun dels elements proposats, aquest cost serà perfectament assumible, i a més ens ajudarà a conservar les prestacions de cadascun dels elements.

Per altra banda també em de fixar el cost del canvi d'enllumenat, per a aquest, fixarem un temps de canvi de cadascun dels elements de 10 min, fet que ens obligarà a contractar personal extra que a més estigui porti alguna grua per poder fer el canvi més ràpidament, per dur a terme aquesta tasca es contractaran sis persones (2 per grua), fixant un temps de canvi de 4090 minuts totals, que repartits entre 3 grues, surten a 5,3 dies. Per controlar possibles retards en el canvi de l'enllumenat es contaràn 6 dies, els quals multiplicats per vuit hores diàries i 60€/hora ens dona un total de 2.880€ de cost per a efectuar aquest canvi. Actualitzant la inversió inicial a 59.970,3€.

7.4. Implantacions en clima

7.4.1. Definició d'espais envers les necessitats climàtiques de cadascun:

L'activitat que es desenvolupa en aquesta nau industrial és la de transformació de fil ferro i embotició de xapa mitjançant premses, a més a més de les posteriors accions que se li puguin aplicar a la peça per un millor acabat.

Descripció arquitectònica de l'edifici

Superfícies útils:

La nau consta d'una superfície útil construïda de 11.141 m² amb una superfície total de la parcel·la de 31.512,5 m². La superfície útil es pot diferenciar en diversos espais:

Zona de producció: 10.921 m²

Zona d'oficines generals: 387,02 m²

Zona de qualitat: 90,27 m²

Zona de manteniment: 20,09 m²

Zona de producció: 85,81 m²

Zona d'expedicions: 10,67 m²

Zona metrologia producció: 55,93 m²

Característiques de l'edifici

L'edifici està format per dues naus industrials adossades: la nau existent o antiga i la nau ampliada.

Nau existent

L'estructura de la nau és metàl·lica formada per seccions HEA 260 en els pilars centrals i IPE 400 en els laterals. Les jàsseres de la coberta estan formades per IPE 300 i IPE 330 amb reforços en la zona propera als pilars. Les corretges seran contínues en tota la llarga de la nau i la seva secció és d'una IPN 120, menys en el segon tram que degut a la seva major llum són HEB 120.

La totalitat dels tancaments exteriors de la nau estan formats per una paret de totxo vist. La part superior està formada per una xapa galvanitzada precalada i col·locada sobre una estructura tubular.

La coberta és de tipus "DECK", amb una pendent del 10% i està formada per una xapa nervada de 0,7 mm de gruix, d'acer galvanitzat i precalat, un revestiment d'aïllament tèrmic amb una llana de roca de 5 cm de gruix, i subjectat de forma mecànica. Una membrana d'impermeabilització tipus multicapa amb elastòmers.

Nau ampliada

L'estructura és metàl·lica, formada per pòrtics distribuïts seguint l'estructura de la nau existent, fent coincidir la disposició dels pilars. Els pilars i les jàsseres seran de tipus IPN, HEB, i IPE, amb les biguetes de coberta tipus IPN i HEB.

Els tancaments de la nau estan formats per:

La façana principal, amb estètica idèntica a la nau existent. Fins els sis metres, la façana estarà formada per una paret d'obra vista a la cara exterior, aïllament tèrmic i d'un envà de 7,5 cm a l'interior, i fins arribar als 11m la façana seguirà amb un tancament a base de xapa lacada a l'exterior, aïllament tèrmic, i perfils nervats (tipus safata) a l'interior.

La façana lateral i posterior estan formades per plafons de formigó amb aïllament incorporat fins als 2,5m d'alçada i per un tancament a base de panells de xapa precalada amb aïllament incorporat, amb perfils tipus CF-120x2, i d'una xapa lacada a l'interior, fins arribar als 11metres de façana.

Finalment, el tancament de la part superior entre la nau existent i el de nova construcció, és a base de xapa lacada a l'exterior, aïllament tèrmic, i perfils nervats (tipus safata) a l'interior, fins arribar al coronament de la façana.

La coberta és de tipus impermeabilitza a dues aigües amb un 3% de pendent.

L'interior de la nau es totalment lliure sense cap tipus de distribució.

Hi ha una galeria de serveis soterrada a tota la longitud de la nau de 2,3x3m de secció lliure, aquesta galeria està comunicada amb la planta pels seus dos extrems. També hi han petits conductes soterrats que s'utilitzen pel transport dels residus metàl·lics que es produeixen a les diverses premses.

Accessos



La nau existent disposa a la façana principal de tres accessos aptes per als vehicles. Dos d'aquests accessos tindran un amplada de 4m i el tercer una de 4,5m.

A la façana posterior hi ha un moll de càrrega i descàrrega on hi ha 8 portes de 2,6m d'amplada. Quatre d'aquestes portes disposen de plataformes hidràuliques. La nau existent també disposa de dos accessos posteriors aptes per als vehicles de 2,6m.

Per al personal la nau existent disposa de dos accessos aptes pel personal, un a la façana principal de 1,6m d'amplada i un a la façana posterior de 0,85m d'amplada. La zona de la nau ampliada disposa d'una sortida pel personal de 2m d'amplada a la façana posterior de la nau. A la façana lateral de la nau existent hi ha una porta de 1m d'amplada per a l'evacuació del personal en cas d'emergència.

7.4.2. Determinació dels tancaments i càlcul de Kg

Per poder calcular les necessitats tèrmiques de cada espai haurem de diferenciar quin tipus de fórmules em d'emprar, diferenciant-se entre diferents tipus de tancaments:

- Tancaments simples: és un tancament amb cares planes i paral·leles entre elles, format per un material homogeni de conductivitat tèrmica λ i gruix L , amb coeficients superficials de transmissió de calor h_i i h_e , el coeficient de transmissió K ve donat per la següent expressió:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_i} + \frac{L}{\lambda} + \frac{1}{h_e}$$

- Tancaments compostos: són els tancaments formats per una sèrie de làmines planes i paral·leles de diferents materials, obtenint la següent expressió:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \sum \frac{L}{\lambda}$$

- Tancament amb contacte amb el terreny: els coeficients de transmissió tèrmica K d'un element en contacte amb el terreny es calculen amb la següent fórmula:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_i} + \sum \frac{L}{\lambda}$$

- Tancament amb cambra d'aire:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_f} + \frac{A_{ui}}{\sum K_e * A_e}$$

- El càlcul de la K_g es considera la mitja ponderada dels coeficients de transmissió de calor dels diferents elements de separació de l'edifici definits anteriorment. Es calcula per mitjà de l'expressió següent:

$$K_g = \frac{\sum K_e * S_e + 0,5 * \sum K_n * S_n + 0,8 * \sum K_q * S_q + 0,5 * \sum K_s * S_s}{\sum S_e + \sum S_n + \sum S_q + \sum S_s}$$

On:

- S_e : són les superfícies dels tancaments en contacte amb l'ambient exterior, en m^2 .
- S_n : són les superfícies dels tancaments de separació amb altres edificis o locals no calefactats, en m^2 .
- S_q : són les superfícies de tancaments de sostre o de coberta, en m^2 .
- S_s : són les superfícies de tancament de separació amb el terreny, en m^2 .
- Les diferents K pertanyen als coeficients de transmissió dels diferents materials, en $Kcal/h * m^2 * ^\circ C$.
- K_g : es defineix com a coeficient global de transmissió de calor d'un edifici, en $Kcal/h * m^2 * ^\circ C$.
- Les superfícies es mesuraran exteriorment sense deduir gruixos de forjats o elements estructurals que no constitueixin pròpiament el tancament, encara que aquests estiguin en contacte amb l'exterior

En tot cas les pèrdues tèrmiques horàries globals pel conjunt de conduccions que passen per locals no calefactats no excediran el 5% de la potència útil instal·lada.

Amb aquestes fórmules podem obtenir tota la següent taula de resultats per a cada tipus d'element que forma els diferents tancaments de la nau:

Element	Gruix (cm)	K (Kcal/(h*m ² *°C))
Paret exterior	40	0,4
Paret interior	15	1,38
Sol exterior	30	1,05
Sol interior	20	0,48
Sostre exterior	34,8	0,39
Sostre interior	27	1,24

Finestra exterior	0,8	3
Finestra interior	0,4	5
Porta exterior	8	3
Porta interior	6	3,5
Sol damunt el terreny	25	0,76
Paret contra el terreny	23	0,63
Paret exterior amb càmera d'aire	22,5	1,28
Bloc de formigó de 20cm	20	1,39
Bloc de formigó de 15cm	15	1,89
Xapa+5cm llana de roca+T.Asfàltica	6,2	0,54
Envà interior de 10 cm	10	1,74
Lluernari	1	3
Sol damunt terreny amb plàstic	30	0,7

Taula 49.-Coeficient global de calor (K) per a cada element estructural

Les condicions interiors de càlcul són les següents:

Estimació de temperatures segons l'emplaçament de SOME:

Condicions per a calefacció:

T_i : Temperatura interior 19°C

T_e : Temperatura exterior -2°C

T terreny per zona 8°C

H_r : Humitat relativa exterior =65%

H_{ri} : Humitat relativa interior del local=50%

T_{nc} : Temperatura locals interiors no calefactats=12°C

Condicions per a refrigeració:

T_i : Temperatura interior 22°C

T_e : Temperatura exterior 32°C

H_r : Humitat relativa exterior =45%

H_{ri} : Humitat relativa interior del local=55%

T_{nc} : Temperatura locals interiors no refrigerats=28°C

La temperatura interior de càlcul no s'ha presentat més elevada, com ho seria en cas d'una instal·lació destinada a ocupació contínua de persones.

A més a més, s'hauran de tindre en compte unes correccions segons l'orientació, pel càlcul de les necessitats calorífiques per calefacció. En el càlcul de la refrigeració, l'orientació hi intervé per trobar la diferència de temperatura equivalent.

Orientació	Correcció	Orientació	Correcció
Nord	15%	Nord-est	13%
Est	10%	Sud-est	8%
Sud	0%	Sud-oest	8%
Oest	10%	Nord-oest	15%

Taula 50.-Correcció segons l'orientació de la façana

7.4.3. Càlcul de les pèrdues

Fent ús de les dades anteriors es calculen les pèrdues totals per calefacció:

Pèrdues per transmissions:

OR	TP	Llarg	Ampl	Superfície	K	Incr. Temp.	Factor orient.	Interval servei	Total (kcal/h)
NE	PE	77	7	539	0,4	21	1,13	1,08	5,53
SE	PE	116	7	812	0,4	21	1,08	1,08	7,96
SE	EE	8	2,5	20	3	21	1,08	1,08	1,47
SO	PE	52	7	364	0,4	21	1,08	1,08	3,57
NO	PE	132	7	924	0,4	21	1,15	1,08	9,64

NO	EE	24	4	96	3	21	1,15	1,08	7,51
TT	SI	104	104	10816	0,4 8	11	1	1,08	61,68
HS	TE	104	104	10816	0,3 9	21	1	1,08	95,67
								Total	193,02

Taula 51.-Pèrdues per transmissions

Pèrdues per infiltracions:

Volum d'aire (m3)	Incr. Temp.	Calor específic (kcal/m3°C)	Total (Kcal/h)
73.700	21	0,3	464,31

Taula 52.-Pèrdues per transmissions segons el volum d'aire

Total pèrdues (aplicant un 10% de factor de seguretat)= 723,05 Kcal/h

Per altra banda obtenim les necessitats calorífiques i frigorífiques de cada espai segons les característiques del mateix i fent ús del càlcul del K_g , ja esmentat.

Espai	Pot. Calorífica necessària (kcal/h)	Pot. Frigorífica necessària (kcal/h)
Nau existent	433.967,00	403.960,92
Nau ampliació	246.965,00	229.888,93
Expedicions	2.450,00	2.280,60
Oficina producció	5.208,95	4.848,78
Oficines centrals	67.186,33	62.540,82
Oficines manteniment	873,66	813,25
Oficines qualitat	4.756,12	4.427,27

Oficines qualitat	8.827,47	8.217,11
--------------------------	----------	----------

Taula 53.-Necessitats climàtiques de cada espai

Amb els resultats obtinguts en aquesta taula podem dur a terme una simple comparació amb les necessitats que es cobreixen actualment amb els elements instal·lats, per poder obtenir una conclusió molt més palpable del panorama actual.

Espai	Diferència potència calorífica	Diferència potència frigorífica
Nau existent	51.333,00	
Nau ampliació	12.235,00	
Expedicions	130,65	-388,12
Oficina producció	6.077,07	6.609,28
Oficines centrals	-11.306,76	-11.719,31
Oficines manteniment	5.061,82	3.917,93
Oficines qualitat producció	9.007,32	9.654,45
Oficines qualitat	-6.152,20	-4.019,26

Taula 54.-Diferència entre la potència instal·lada i la demandada

Amb aquesta taula s'observa clarament en quins casos tenim un sistema sobredimensionat: com és el cas de les oficines de qualitat de producció o les oficines de producció, i en quins casos el sistema està subdimensionat: com és el cas de les oficines centrals i les oficines de qualitat. En els dos casos la situació és dolenta ja que o no podem satisfer les necessitats reals de l'espai o tenim un potencial innecessari per l'espai al que afecta.

7.4.4. Implantacions de millora

Canvi PUH-MYC

Com a model amb el consum elèctric més elevat de tots els models de clima, sense tindre en compte les calderes i els aerotermes, s'estudia quines serien les opcions per canviar-lo a un model actual més eficient, que alhora no estigués dissenyat per funcionar amb el gas R22, el qual com hem dit ja, està prohibit. A més a més, durant el canvi s'hauria d'intentar trobar un model que pogués donar una potència calorífica i frigorífica més elevada, ja que l'actual, no pot suplir la demanda actual de tots els espais que cobreix.

En aquest petit estudi només s'ha trobat un model amb característiques similars a les de l'actual, ja que l'actual és un model amb una potència calorífica i frigorífica molt elevada. Tan és així, que ni Fujitsu ni Daikin fabriquen models amb unes prestacions tan elevades. El substitut que se li ha trobat és de Mitsubishi (12), el model SPEZ-500YKA (la fitxa tècnica es pot consultar a l'Annex 3.2.5.2). A continuació es mostra una taula comparativa entre els dos models (les característiques tècniques del PUH-15MYC es troben a l'Annex 3.2.9):

Model	PUH-15MYC	SPEZ-500YKA
Potència	47	54
Potència	44	44
Consum calor	36	19,1
Consum fred	31,1	17,1
Preu	0	13700
Consum anual	178.560,00	88.784,00
Estalvi anual	0,00	7.361,63

Taula 55.-Comparació entre l'element proposat i l'actual

Canvi de la resta d'elements que utilitzin el refrigerant R22.

Tenint en compte si el sistema on està ubicat l'element a substituir està sobredimensionat o subdimensionat buscarem un element que disminueixi o augmenti les seves capacitats nominals per poder ajustar més eficientment la capacitat en front la necessitat, duent amb aquesta mateixa acció un estalvi energètic.

Degut a que tots els elements estan ubicats a les oficines centrals s'haurà d'incrementar la seva potència nominal ja que els models actuals no cobreixen les necessitats climàtiques de l'espai.

A continuació es mostra una taula amb els elements triats per a la substitució dels elements actuals amb les seves prestacions. Com es pot observar hi ha dos models diferents: el TXZ25N

és del catàleg de Daikin d'aquest mateix any (la fitxa tècnica del qual es troba a l'Annex 3.2.6) i el MSZ-EF25VB és del catàleg de Mitsubishi actual (20), la fitxa tècnica es troba a l'Annex 3.2.5.1.

Espai			Oficina	Oficina	Expedicions	RRHH
Model a substituir			RY125FJTW1	RY125FJTW2	ABS458	ABS459
Potència frigorífica (kW)			4,6	4,6	2,2	2,2
Potència calorífica (kW)			4,9	4,9	3	3
Model nou			TXZ50N	TXZ50N	MSZ-	MSZ-
Potència frigorífica (kW)			5	5	2,5	2,5
Potència calorífica (kW)			6,3	6,3	3,2	3,2
Estalvi	consum	anual	0	0	0	1171,8
Cost (€)			3274	3274	1180	1180

Taula 56.-Comparació entre els elements proposats i els actuals segons espai

Substituir aquests 4 elements tindria un cost total de 8.908€ els quals tindrien un temps de retorn de 13,25 anys, ja que anualment només aconseguim un estalvi de 8.196,4 kWh que són iguals a 672,1€/any d'estalvi. Com es pot veure això és degut a que els elements que es substitueixen tampoc tenen una gran potència instal·lada.

Tot hi això és un canvi necessari degut a la nova legislació en quant a la política amb el refrigerant R22.

Canvi de les calderes

Alhora de dur a terme aquest estudi haurem de tindre en compte diversos factors que afectaran a la instal·lació, el primer és la potència calorífica que poden distribuir els aerotèrms instal·lats, un altra és la potència instal·lada actualment per les calderes i les necessitats que s'han de cobrir amb la mateixa (com hem vist anteriorment tenim una capacitat superior a les necessitats de la nau) i finalment la pressió de funcionament de la instal·lació i si seria viable canviar-la per un altra.

En aquest estudi s'ha considerat canviar el combustible de combustió per reduir les emissions de CO₂ originades per la combustió de gasoil, reduint amb això no només el cost originat pels alts preus del gasoil sinó també les seves altes emissions.

Com ja s'ha fet esment en els costos per gasoil, aquest últim any el cost del combustible va ser de 24.085,05€. Aquest serà el cost de referència alhora d'obtenir l'estalvi anual i el temps de retorn de la inversió en cadascun dels canvis proposats.

Per altra banda em de tindre en compte els preus dels diferents combustibles proposats, com són: el gas natural, el pellet i l'alzina trossejada (9). Com a PCI de referència del gasoil em agafat 9,98 kWh/l.

Combustible	Cost (€/kWh)	PCI
Gas Natural	0,0491	8,18 kWh/m
Pellet	0,1837	5,23 kWh/kg
Alzina trossejada (20% humitat)	0,0365	4,11 kWh/kg

Taula 57.-Característiques dels combustibles proposats per a la substitució del gasoil

Un cop amb aquestes dades ja es poden comparar les diferents opcions tot tenint en compte les característiques de cadascuna (11), les quals es poden consultar als Annexos 3.2.3, 3.2.4, 3.2.7 i 3.2.8.

Marca	ICI CALDA IE	BUDE RUS (23)	Ygni s (24)	Ygnis (24)	Aldi gas	Aldigas	Fontalcón	Fontalcón
Model	RED40 0	545-8	V25 0	VG45 0	PT 500	Alubongas 2-480	Línea Missouri	Línea Missouri
Potència tèrmica mínima	252	103,8			200			
Potència nominal	465		300	450			523	523
Potència tèrmica màxima	504	519			500	480		
Potència nominal			292	439		487,7	481,39	481,39
Potència útil	233	100,7				81		

mínima								
Potència útil màxima	485	507				460		
Pressió	5	6	4	6	4	6	3	3
Temperatura	90	80	80	80	90	80	80	80
Combustible	Gasoil	GN	GN	GN	Bio.	GN	Biomassa (alzina)	Biomassa (pellet)
Preu	0	26358	249 67	3809 1		24821	7986	7986
Rendiment	92,5	97,7	97,3	97,1	91,6	98,2	92,3	92,3
Consum anual (€)	12.042, 5	9.609, 9	9.65 8,1	9.682 ,2		9.549,7	2.096,7	10.555,8
Estalvi	0,0	2.432, 6	2.38 4,4	2.360 ,3		2.492,8	9.945,9	1.486,7
Temps de retorn (anys)		10,8	10,5	16,1		10,0	0,8	5,4

Taula 58.-Característiques calderes proposades

Com es veu clarament en aquesta taula l'opció més viable tan econòmicament parlant com ambientalment, és la de substituir la caldera actual per una que funcioni amb biomassa. Com s'observa el seu temps de retorn és menor a un any, ja que el cost del combustible és molt inferior al dels altres competidors. Així hi tot aquesta opció té un *handicap*, ja que necessita que s'instal·li o s'habiliti una sala per emmagatzemar la biomassa en unes condicions en les quals no pugui cremar-se, ni pugui arribar a fer mal a algú per un excés de CO₂, etc. Així doncs, aquesta implantació té un import extra que a continuació es descriu i que més endavant s'avaluarà tot fent un estudi de viabilitat econòmica d'aquest apartat.

Per tal d'afavorir encara més aquest tipus d'instal·lació direm que la zona en la que ens trobem consta del principal element de combustió d'aquest tipus de caldera, la fusta, amb nombrosos distribuïdors ubicats per la zona que s'encarreguen de recollir i adaptar aquest recurs, per tal que sigui apte per a la combustió a les calderes de biomassa. Entre aquests distribuïdors trobem BPR Energies i Watt Verd, els quals ja porten diversos anys en el negoci. Per reafirmar que la zona està més que conscienciada amb aquest producte, esmentar que a Vic es realitza cada any, la fira de la biomassa.

Les opcions que actualment ens proposa el mercat per fer front a aquesta situació són molt diverses i gairebé totes s'adapten a les nostres necessitats, no excessivament elevades. Les opcions són les següents:

- Una sala feta d'obra per adaptar-la a emmagatzemar biomassa, sota uns controls estrictes, els quals hauran de ser aprovats i auditats per un òrgan competent.
- Una sitja metàl·lica adherida a la nau, on s'hi aboca la biomassa per la part superior i la qual funciona de forma manual o automàtica, alimentant les dues calderes. (21)
- Una sitja tèxtil col·locada a l'exterior de la nau, en una ubicació propera a les calderes per tal de poder-les alimentar de forma automàtica, i a la qual si aboca el contingut per la part superior de la mateixa. (22)

Per definir quines característiques volem que tingui la nostra sitja bàsicament hem de pensar en quantes vegades comptem en reomplir-la, ja que com més reposicions fem, menys capacitat d'emmagatzematge necessitem i més econòmica serà la sitja. Per establir un nombre de reposicions anuals, tenint en compte el nostre consum i que el combustible no està sotmés a grans variacions del mercat, es decideix que es realitzaran 5 reposicions anuals en forma de 5,32m³ cada vegada, iguals a 5,6 tones d'alzina triturada cada vegada.

La solució que s'adapta més a aquestes necessitats és la d'una sitja tèxtil (22) amb una capacitat d'entre 6,1 i 8,5 m³, amb una capacitat de pes màxim de 6 tones, és de la marca T'uvento, i consta de les següents característiques:

- Estructura d'acer galvanitzat.
- Certificat de permeabilitat a la pols.
- Protecció de la lona per l'impacte de pellets inclosa.
- No necessita cargols ni eines específiques.
- Tan sols 30 min de muntatge.
- Transport gratuït.

Té un cost individual de 2.016€ però es pot convinar amb altres elements per automatitzar la recàrrega de la caldera i no haver d'emprar recursos humans per haver d'alimentar-la. Alguns d'aquestes elements són: unes cèl·lules capaces de pesar el contingut de la sitja, un sistema de connexió a sense fi rígid, el sistema de transport sense fi i el kit d'automatització del mateix. A l'Annex 3.2.1 i 3.2.2 es poden consultar les fitxes tècniques dels elements esmentats.

Estudi de cooperació entre l'ajuntament de Sant Quirze de Besora i SOME per a l'aprofitament de la biomassa restant dels boscos de la zona

En aquest apartat no es vol desenvolupar tot el projecte que s'està formulant, sinó simplement defineix la proposta i s'explica a grans trets quina seria la idea i com s'hauria de dur a terme perquè resultes viable i se'n pogués obtenir un benefici sense cap mena d'inversió.

Per entendre bé aquesta proposta utilitzarem una empresa com a exemple, per explicar com funcionaria el procediment. Aquesta empresa és ECOEMBES, la qual s'encarrega de gestionar els diferents residus que es tiren als contenidors de reciclatge, venent-los a altres empreses que els hi poden donar una altra vida. Els diferents municipis o comunitats paguen a Ecoembes una quota perquè s'encarregui de les tasques de gestió de la brossa, així doncs, l'empresa obté un benefici venent els nous envasos o elements diversos, generats a partir de la brossa recollida, i obté un benefici per recollir aquesta brossa, convertint-se en una empresa amb un marge de benefici prou elevat.

La principal diferència entre EcoEmbés i la proposta que es planteja, és no haver d'organitzar un grup de persones per recollir els residus forestals generats a les proximitats de l'empresa, sinó que els mateixos residus recollits per la brigada de l'ajuntament (19) es puguin agafar sense haver de pagar cap import per ells, ja que per l'ajuntament aquests residus l'únic que fan és generar un import extra, tot hi ser mínim, ja s'han d'abocar a algun lloc o s'han de dur a algun tipus de planta de gestió. Agafant aquests residus, estalviariem aquest cost a l'ajuntament de Sant Quirze i obtindríem un combustible, que abans tenia un cost, per un import nul. En el cas de que l'ajuntament ens digués que aquests residus els ven, si el preu és raonable, seguiria sent un negoci viable, ja que a més a més es contribuiria en el municipi i d'alguna forma, s'incentivaria el netejat dels boscos de la zona.

Per definir uns marges econòmics es recorda que el cost de l'alzina com a combustible per a la caldera de biomassa és de 2.098€/any, per tant el peatge màxim que ens podria arribar a imposar l'ajuntament per a l'ús d'aquests residus és del 80% d'aquest import, ja que si s'implanta aquest contracte es vol obtenir un marge mínim, essent l'import màxim de 1.678,4€.

Finalment, el cas més desfavorable que es presenta és el de que l'ajuntament no tingui diners per utilitzar la brigada per netejar els boscos i que aquests s'hagin deixat de banda, exposats així als diferents incendis que podrien produir-se en temps de sequera. Per conseqüent, ens animaria a netejar els boscos nosaltres mateixos amb una brigada pròpia de SOME, sense cap mena d'incentivació econòmica a canvi. Creiem que si es plantejés aquest cas, el negoci no seria viable i que s'hauria de deixar de costat. Contemplant que l'import de destinar recursos humans a dur a terme aquesta tasca superaria el cost de 2.098€/any que ens demana el venedor d'alzina de la zona.

7.4.5. Estudi de viabilitat econòmica

Aquest projecte inclou dos implantacions importants i amb diferents motivacions, la primera és la de canviar tots els elements de clima que funcionin amb el refrigerant R22, aprofitant per millorar la seva eficiència i adaptar-se a les necessitats actuals dels espais que han de cobrir. La segona implantació recau en el fet de substituir la caldera, la qual ja té un elevat temps de vida i, a més a més, funciona amb gasoil. En aquesta implantació la nostra motivació ha sigut la de substituir el combustible i realitzar un estalvi energètic, el qual comportarà un estalvi econòmic. Així doncs, es separaran ambdues implantacions com dos estudis diferents, per tal d'analitzar millor cada proposta.

Implantació 1: Canvi d'elements de refrigeració amb R22

A continuació, es mostra el VAN resultant amb un 5% d'actualització anual, juntament amb la taula de costos desglossada i el temps de retorn de la implantació. El VAN es mostra a deu anys, ja que els aparells condicionats de finestra solen tindre una vida entre 10 i 20 anys, depenent del seu manteniment, per tant considerem el pitjor dels casos. Per visualitzar el VAN sencer es pot consultar a l'Annex 2.2.1.

Espai	Model nou	Estalvi consum anual (€)	Cost (€)
Oficina tècnica	TXZ50N	239,96	3.274
Oficina tècnica	TXZ50N	239,96	3.274
Expedicions	MSZ-EF25VE	96,08	1.180
RRHH	MSZ-EF25VE	96,08	1.180
Oficines centrals	SPEZ-500YKA	7361,6	13.700
Instal·lació	10%		2.260,8
Total		8.033,73	24.868,8

Taula 59.- Estalvi en consum elèctric anual i preu aires acondicionats

Any	0	1	2	9	10
Inversió	24868,8				
Beneficis anuals		8033,7	8033,7	8033,7	8033,7
Manteniment		0,0	0,0	0,0	746,1
Cash Flow	-24868,8	8033,7	8033,7	8033,7	7287,7
Acumulat	-24868,8	-16835,1	-8801,3	46688,8	53976,4

Actualitzat	-24868,8	7651,2	7286,8	5178,6	4474,0
--------------------	----------	--------	--------	--------	--------

Taula 60.- Estalvi en consum elèctric anual i preu aires acondicionats

El VAN a 10 anys és de 36.123€ amb un temps de retorn de 3,09 anys. Tenint en compte que el motiu principal d'aquesta implantació no era l'estalvi econòmic en si mateix, sinó que es feia per actualitzar la instal·lació al marc legal europeu, obtenim un resultat del tot òptim que a més ens mostra que la inversió produirà un estalvi anual de 8.033,7€.

Implantació 2: Canvi de la caldera

Com en la implantació 1, s'exposarà en un primer moment el total de costos desglossats per tal de visualitzar a que fan referència cadascun d'ells. Acte seguit es calcularà el VAN a 20 anys amb una taxa d'actualització del 5%, es calcula a tant temps vista degut a que aquest sol ser el temps de vida estàndard d'una caldera d'aquesta tipologia. El temps de retorn es calcularà a partir dels beneficis anuals obtinguts per l'estalvi de la nova maquinària i els costos totals de la seva implantació.

Marca	Model	Combustible	Preu
Fontalcón	Línea Missouri (caldera)	Biomassa (alzina)	7.986
Teovento	SILOSP250 (sitja)		2.016
Teovento	SRM11-25W (sistema transport)		752
Teovento	KIT AUTO (automatització transp.)		295
Teovento	SE90R (acoblament)		315
Teovento	Célula de pesaje		1.268,75
Mà d'obra	15%		1.894,9125
IVA	21%		2.652,8775
Total			17.180,54

Taula 61.- Desglossament de costos per a la substitució de les calderes

La mà d'obra està aproximada tenint en compte que la instal·lació de la sitja (21, 22) va inclosa en el seu preu, tot hi que no es parla de la instal·lació dels altres components implantats per a la seva automatització. El preu de la caldera tampoc contempla el cost de la instal·lació en el preu base de venda. Així doncs, tots aquests costos es contemplen com un 15% respecte el total de la inversió per components. En aquest desglossament de costos se li ha de sumar una segona caldera de biomassa de les mateixes característiques que la definida, ja que per necessitats tèrmiques de la instal·lació se'n necessiten dos.

El VAN s'exposa a continuació tot mostrant els resultats dels anys 1, 2, 10 i 20. S'ha tingut en compte un manteniment anual de 503,3€, aproximant-se doncs al que es creu que seria necessari per tindre les calderes en òptimes condicions. Per visualitzar el VAN sencer es pot consultar a l'Annex 2.2.2.

Any	0	1	2	10	20
Inversió	24.085,1				
Consum actual		4.193,3	4.193,3	4.193,3	4.193,3
Consum anterior		24.085,1	24.085,1	24.085,1	24.085,1
Beneficis anuals		19.891,8	19.891,8	19.891,8	19.891,8
Manteniment		-503,3	-503,3	-503,3	-503,3
Cash Flow	-25.166,5	19.388,4	19.388,4	19.388,4	19.388,4
Acumulat	-25.166,5	-5.778,1	13.610,3	32.998,7	52.387,1
Actualitzat	-25.166,5	18.465,2	17.585,9	11.902,8	7.307,3

Taula 62.- Resum del VAN a 20 anys obtingut per a la substitució de les calderes

Com a resultat d'aquest càlcul obtenim els següents resultats:

VAN (10 anys)	124.545,7
VAN (20 anys)	216.456,0
TR	1,27

Taula 63.- VAN a 10 i 20 anys per substitució de les calderes

Com es pot veure clarament és una inversió altament aconsellable pels estalvis generats a 10 i a 20 anys vista, amb un temps de retorn de tan sols 1,27 anys, com ja s'ha parlat amb anterioritat aquest estalvi tan important es degut a la diferència de preu dels combustibles. Per altra banda, s'ha mencionat en un subapartat anterior que el combustible de la biomassa encara podria arribar a ser més barat si s'arribés a un acord amb l'ajuntament de Sant Quirze de Besora, tot hi que en aquest càlcul no es menciona ja que no s'ha aprofundit en el mateix apartat, l'únic que s'hauria de fer per recalculer els beneficis anuals, seria substituir els costos del consum actual de les calderes pel nou cost obtingut a partir de les negociacions amb el municipi.

7.5. Implantació d'una instal·lació solar fotovoltaica

7.5.1. Estudi de la captació solar per m²

Gràcies al programa PVGIS, d'accés online (18), hem pogut obtenir les dades de Radiació Solar Global (G), la Radiació Solar Difusa (Gd) i la Radiació Solar en un dia clar (Gc). A més, ens permet obtenir altres dades com la temperatura, la irradiància normal directa (DNI), la irradiància en un dia clar (DNIC), la irradiància global en dos eixos (A), la irradiància difusa en dos eixos (Ad), irradiància global en un dia clar en dos eixos (Ac)...

Com s'observa al mapa s'ha seleccionat l'empresa en qüestió, ubicada a les afores de Sant Quirze de Besora. A més a més, s'ha establert un pla d'inclinació de 5° per tindre en compte l'angle de la teulada de SOME, lloc on s'ubicaria la instal·lació.

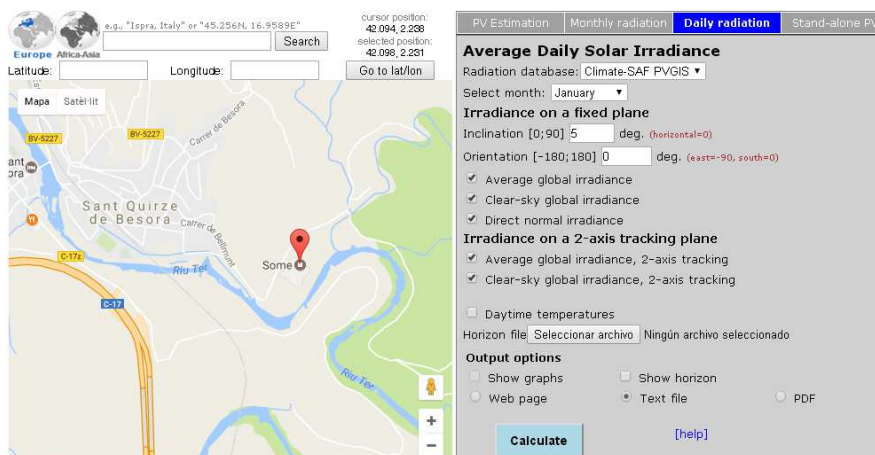


Figura 40.- Mapa satèl·lit de la ubicació de la planta solar, en el programa PVGIS. Font: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>.

Un cop definit el tipus de seguiment de la instal·lació, els eixos en que es podrà moure el captador i la inclinació dels mateixos, seleccionant totes aquelles dades que volem trobar, el mateix programa ens extreu un informe en format text de totes les dades mencionades sobre el dia mitjà del mes, mes o any, segons el tractament que se li vulgui donar a les dades en qüestió.

Aquestes dades seran doncs el nostre punt de partida per iniciar els diferents càlculs que ens portaran a determinar si és viable o no una instal·lació d'aquesta tipologia.

7.5.2. Metodologia de càlcul

Sabent la irradiació Global (G), la irradiació difusa en un pla fix (Gd) i la irradiació en un dia clar en un pla fix (Gc), totes les variables expressades en W/m^2 . Podem començar a realitzar els càlculs, cercant la irradiació directa normal i la irradiació directa en un dia clar. Fixant aquestes dos variables com a booleans, que retornin 0 en el cas de que la irradiació sigui negativa.

Sent les fórmules:

$$\text{Directa normal} = G - G_d$$

$$\text{Directa en un dia clar} = G_c - G_d$$

El següent pas, sabent l'hora a la que s'ha realitzat cada lectura d'irradiació podem calcular l'angle horari, trobant la fórmula:

$$\text{Angle Horari} = (\text{Hora} * 24 - 12) * \text{Radians}(\alpha)$$

On:

Hora: està en format hh:mm.

α : l'angle fix de les plaques solars, en graus. L'hem fixat a 15° .

Per dur a terme més càlculs haurem de passar la latitud i la longitud definides per la ubicació de la central a radians. Sent la latitud l'angle format per una plomada P i el pla de l'equador i la longitud l'angle format pel pla del meridià del lloc i el que passa per Greenwich. Passant a ser:

Latitud:	42,098	0,73474871
Longitud:	2,23	0,03892084

Taula 64.- Latitud i Longitud.

L'angle diari el podem trobar amb la següent fórmula:

$$\text{Angle Diari} = 2\pi((\text{dia}-1)/365)$$

On:

Dia: és el dia del mes en el que ens trobem (21)

L'angle de declinació el podem trobar amb la següent fórmula, equació de Spencer:

$$\text{Angle declinació} = 0,006918 - 0,399912 \cdot \cos(\text{angle diari}) + 0,070257 \cdot \sin(\text{angle diari}) - 0,006758 \cdot \cos(2 \cdot \text{angle diari}) - 0,002697 \cdot \cos(3 \cdot \text{angle diari}) + 0,00148 \cdot \sin(3 \cdot \text{angle diari})$$

S'hauria pogut utilitzar l'equació de Cooper, que es defineix com:

$$\text{Angle declinació} = 23,45 \cdot \sin\left(\frac{2\pi \cdot (\text{dia} + 284)}{365}\right)$$

Velocitat de la terra en radians/hora (w):

$$w = 2\pi/24$$

Podem trobar l'angle horari inicial, amb la següent expressió:

$$\text{Angle horari inicial} = -\cos^{-1}(-\tan(\text{angle declinació}) \tan(\text{latitud}))$$

On:

L'angle de declinació i la latitud estan en radians.

Podem trobar l'angle horari final, amb la següent expressió:

$$\text{Angle horari inicial} = \cos^{-1}(-\tan(\text{angle declinació}) \tan(\text{latitud}))$$

On:

L'angle de declinació i la latitud estan en radians.

Trobant aquesta taula:

Angle Diari	0,34428413
Angle Declinació	-0,35056554
Velocitat de la terra (rad/h)	0,26179939
Angle horari inicial	-1,23408532
Angle horari final	1,23408532

Taula 65.- Taula Resultats, en el cas del Gener.

Amb això podem calcular la sortida i la posta del sol amb les següents expressions:

$$\text{Sortida del sol} = 12 + \text{Angle horari inicial} / \text{velocitat de la terra}$$

$$\text{Posta del sol} = 12 + \text{Angle horari final} / \text{velocitat de la terra}$$

Donant lloc als següents resultats:

Sortida del sol	7,28614131
Posta del sol	16,7138587

Taula 66.- Sortida i posta del sol, en el cas del Gener.

Sabem també que ens trobem en el dia 21, en cada mes, i podem saber les hores de llum que tindrà el dia en qüestió realitzant la diferència entre la sortida del sol i la seva posta.

Podem passar al càlcul del cosinus zenital, que empra molts dels valors trobats en les anteriors fórmules. Que té la següent expressió:

$$\text{Cosinus zenital} = \cos(\text{angle horari}) \cos(\text{angle declinació}) \cos(\text{latitud}) + \sin(\text{angle declinació}) \sin(\text{latitud})$$

A continuació, passarem a calcular la radiació en cas de que realitzéssim un seguiment de nord a sud i d'est a oest.

Primer calcularem el cosinus este-oest i el cosinus nord-sud, amb les següents fórmules;

$$\text{Cosinus est-oest} = \sqrt{1 - \cos(\text{angle declinació})^2 * \sin(\text{angle horari})^2}$$

$$\text{Cosinus nord-sud} = \sqrt{\cosinus zenital^2 + \cos(\text{angle declinació})^2 * \sin(\text{angle horari})^2}$$

Finalment passarem a trobar la radiació que absorbiran les plaques solars en un dia normal, en seguiment nord-sud o est-oest, i en un dia clar, amb seguiment nord-sud o amb seguiment est-oest. Per tal d'establir quin seria el millor mètode de seguiment i quines són les condicions més favorables i/o desfavorables que podem tindre.

$$\text{Radiació dia normal (E-O)} = \text{Radiació Directa Normal} * (\text{Cosinus E-O} / \text{Cosinus Zenital})$$

$$\text{Radiació dia normal (N-S)} = \text{Radiació Directa Normal} * (\text{Cosinus N-S} / \text{Cosinus Zenital})$$

$$\text{Radiació dia clar (E-O)} = \text{Radiació Directa Dia Clar} * (\text{Cosinus E-O} / \text{Cosinus Zenital})$$

$$\text{Radiació dia clar (N-S)} = \text{Radiació Directa Dia Clar} * (\text{Cosinus N-S} / \text{Cosinus Zenital})$$

Un cop amb tots aquests valors calculats per cada dia 21 de cada mes de l'any podem obtindre els gràfics resultants. Que ens mostraran de forma més gràfica i senzilla quin sistema ens és més òptim per la instal·lació, en quant a sistema de seguiment, i si hi ha gaire diferència entre un dia clar i un dia normal.

Un exemple de com aniria quedant la taula amb els resultats seria el següent, realitzat pel dia 21 del mes de Gener:

Hora	DIRECTA DIA NORMAL	DIRECTA DIA CLAR	ANGLE HORARI	COSINUS ZENITAL	COSINUS EST-OEST	COSINUS NORT-SUD	DIA NORMAL (E- O)	DIA NORMAL (N- S)	DIA CLAR (E- O)	DIA CLAR (N-S)
7:37	0	0	1,147553983	0,055982531	0,51646643	0,858135462	0	0	0	0
7:52	0	0	1,082104136	0,096925523	0,558884484	0,834890825	0	0	0	0
8:07	44	57	1,016654289	0,136467563	0,601818822	0,810208307	194,0389905	261,2281242	251,3686923	338,4091609
8:22	64	85	0,951204442	0,174439326	0,644505224	0,784246196	236,4623575	287,7318872	314,0515686	382,1439127
8:37	86	117	0,885754595	0,210678211	0,68632707	0,757192487	280,1624695	309,090121	381,1512667	420,5063274
8:52	108	148	0,820304748	0,245029038	0,726778621	0,729268172	320,337914	321,4352186	438,9815858	440,4852995
9:07	130	179	0,754854901	0,277344712	0,765438352	0,700731202	358,7845075	328,4542754	494,018668	452,2562715
9:22	151	209	0,689405055	0,30748685	0,80195006	0,671881138	393,8199599	329,9459855	545,0885537	456,6802051
[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]	[...]
12:22	269	381	0,095993109	0,46342654	0,995940294	0,47208801	578,1022791	274,0276263	818,7991387	388,1209131
12:37	265	374	0,161442956	0,457572951	0,988538958	0,48183372	572,5050476	279,0504456	807,9882558	393,8296855
12:52	258	364	0,226892803	0,448774062	0,977427907	0,49601698	561,9228508	285,1599316	792,7903786	402,3186632
13:07	248	350	0,29234265	0,437067552	0,962672817	0,514090548	546,2378935	291,7042353	770,9002529	411,6793643
13:22	236	333	0,357792497	0,422503549	0,944362215	0,535433708	527,497303	299,0799851	744,3076351	422,0069281
13:37	223	313	0,423242344	0,40514442	0,922608209	0,559406913	507,8229402	307,9093168	712,7739026	432,177651
13:52	208	291	0,488692191	0,385064498	0,897547555	0,585391369	484,8275866	316,2104148	678,2924409	442,3905322
14:07	190	265	0,554142038	0,362349769	0,869343192	0,612812998	455,8446571	321,331706	635,7833376	448,1731689
14:22	171	238	0,619591884	0,337097502	0,838186433	0,641153826	425,1882005	325,2391483	591,7824077	452,672031
14:37	151	209	0,685041731	0,309415828	0,804300089	0,669954865	392,5116373	326,9489644	543,2776967	452,5320104
14:52	130	179	0,750491578	0,279423287	0,767942912	0,698814036	357,2808103	325,1190177	491,9481927	447,6638782
15:07	108	148	0,815941425	0,247248311	0,729415937	0,727381687	318,6145975	317,7260213	436,620004	435,4023255
15:22	86	117	0,881391272	0,213028678	0,689071535	0,755355305	278,1792226	304,938081	378,4531284	414,8576218
15:37	64	85	0,946841119	0,176910921	0,647326362	0,782474316	234,1793648	283,0710271	311,0194689	375,9537079

Taula 67.- Taula de resultats per al càlcul de captació solar a SOME

7.5.3. Anàlisi de resultats

En aquest apartat realitzarem un anàlisi dels resultats obtinguts mitjançant la metodologia de càlcul definida a l'apartat anterior, amb això pretem establir un criteri sobre quin seria el seguiment més òptim i quin tipus de instal·lació seria més adient un cop definit el seu potencial.

Gràcies a tots aquests càlculs obtenim les gràfiques següents que ens representen la radiació solar segons si és un dia normal o un dia clar, i segons si es duu a terme un seguiment solar d'est a oest o de nord a sud. Les gràfiques les hem separat per mesos per visualitzar millor el comportament de la central, per poder-les veure totes anar a Annex 1.3.

Així doncs, analitzarem la gràfica de gener i la gràfica de juliol, ja que són els mesos que ens mostren les millors i pitjors condicions de captació per la ubicació definida.

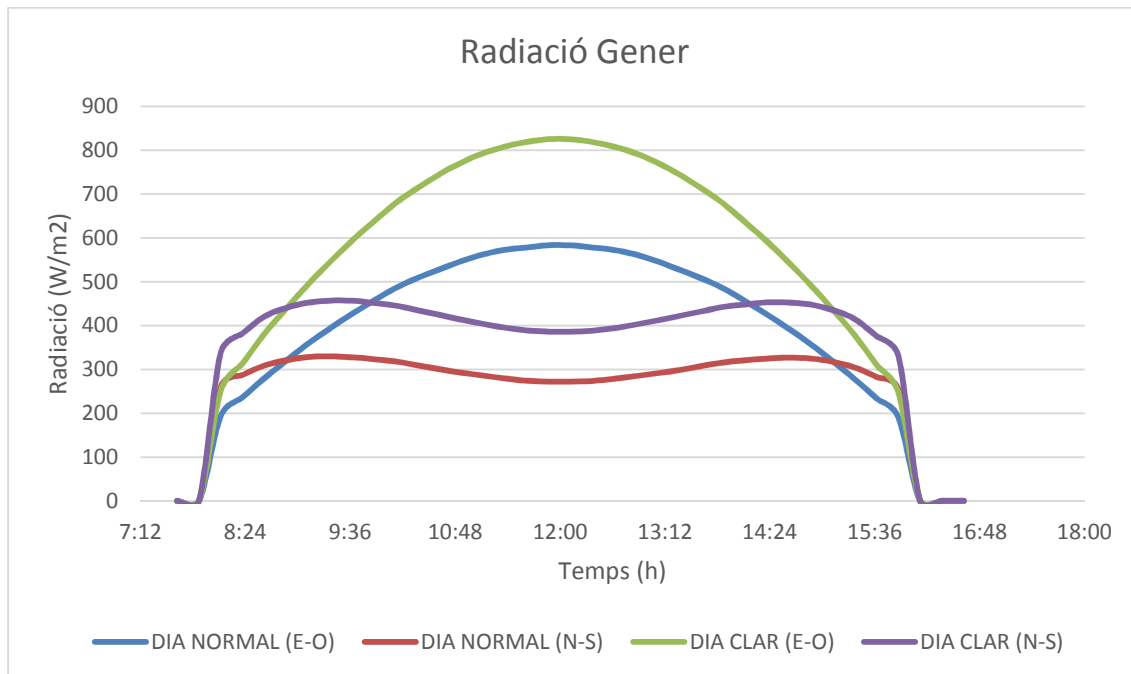


Figura 41.- Gràfica de la captació solar en W/m^2 al Gener funció de les hores del dia.

El primer que es veu en aquesta gràfica és el període tan curt de funcionament de la instal·lació ja que fins les vuit no comença a generar res en absolut, i a les tres ja baixa en picat un altre cop la radiació per unitat de superfície. Això es deu, és clar, al fet de que l'hivern tingui els dies més curts. Per altra banda, s'observa com el seguiment de E-O genera un pic de captació molt més elevat que sobrepassa els $800 W/m^2$ en el cas d'un dia clar, per altra banda la captació de N-S, en el cas d'un dia clar, es manté tot el dia en una radiació per unitat de superfície entre $400 W$ i $500 W$, generant una vall als períodes de captació màxima. Així doncs, generant un sumatori de tota la radiació que es podria captar per la instal·lació observem com amb un sistema de seguiment de E-O tindriam per un dia clar $19.599 W/m^2$ i amb un seguiment de N-S tan sols tindriam una radiació acumulada de $13.326 W/m^2$, és a dir, clarament un seguiment de E-O

afavoriria la nostra instal·lació per aquests mesos hivernals en que la llum és escassa i el període de captació baix.

Per altra banda passem a analitzar les condicions més favorables, és a dir, el mes de juliol:

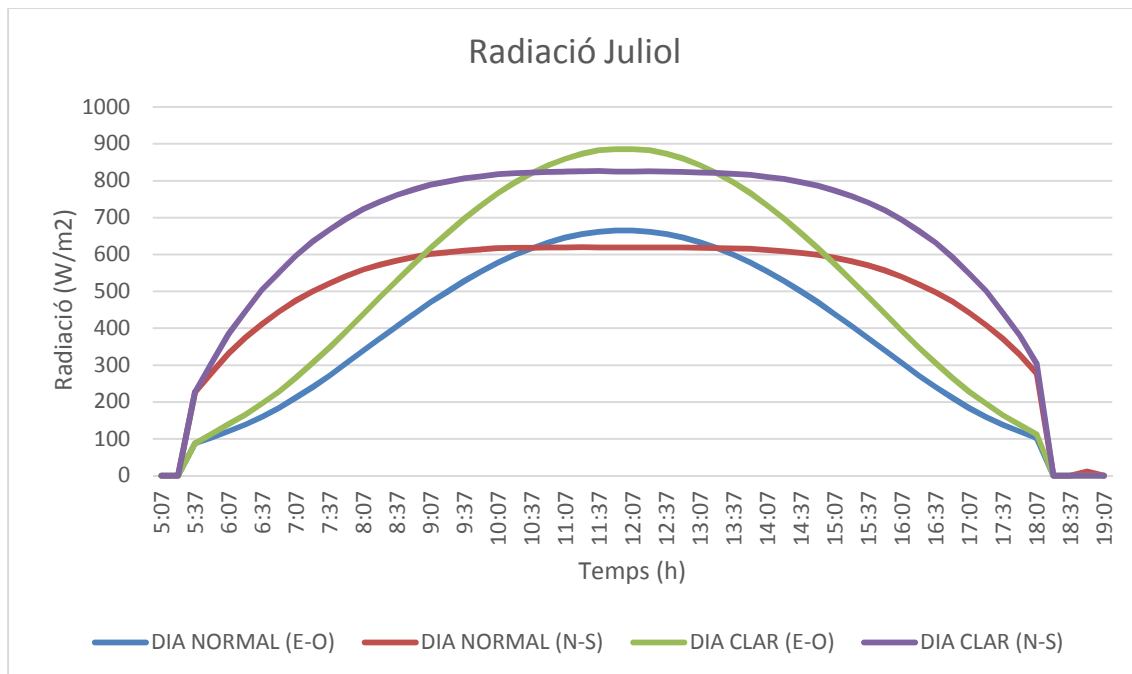


Figura 42.- Gràfica de la captació solar en W/m^2 al juliol funció de les hores del dia.

El mes de juliol és completament diferent al mes de gener, tenim un període de captació que s'ha elevat fins a sis hores totals, un pic de radiació captada de $900W/m^2$ amb seguiment E-O i una captació pràcticament constant durant cinc hores amb un seguiment de N-S de $800W/m^2$. Així doncs, observant la radiació acumulada per unitat de superfície en un dia clar amb els dos tipus de seguiments, s'observa com amb un seguiment de E-O s'acumulen $27.307 W/m^2$ i com amb un seguiment de N-S se n'acumulen $35.335W/m^2$, sent superior la diferència actual amb la vista anteriorment amb el mes de gener.

Per altra banda, donant un cop d'ull a l'Annex 3.1 on es troben totes les gràfiques generades, s'observa com per la majoria de mesos obtenim una radiació acumulada superior amb un seguiment de N-S.

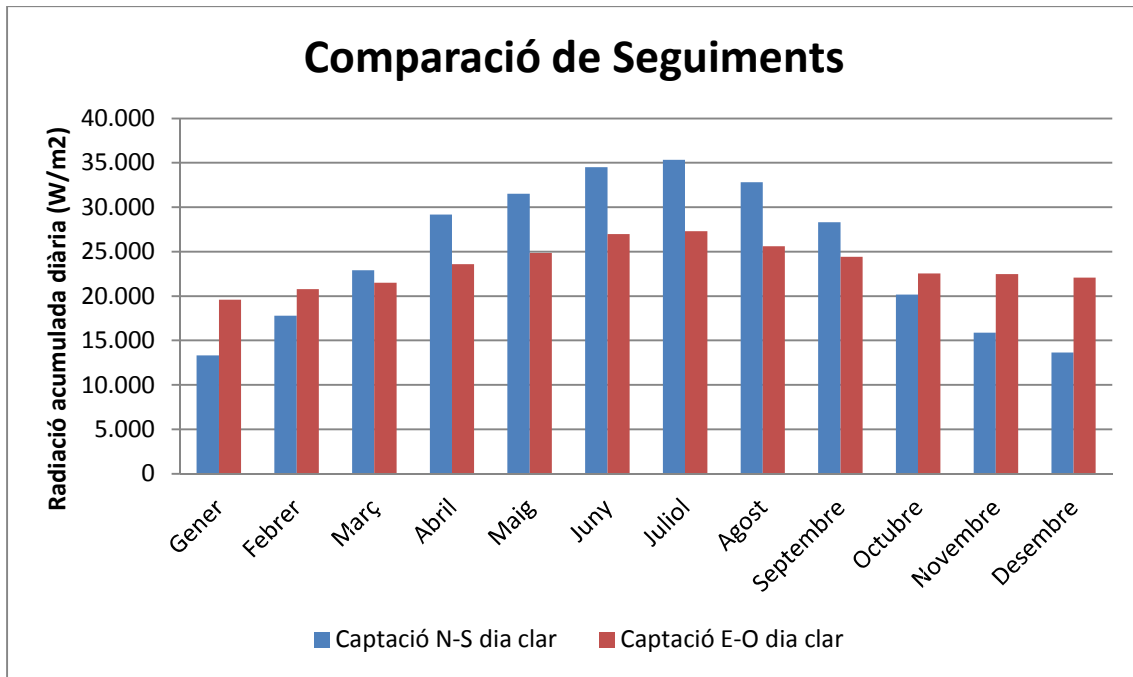


Figura 43.- Gràfica de la captació solar acumulada en W/m^2 per dia tipus mensual per seguiment N-S i E-O.

En aquesta gràfica es pot veure clarament el comentat en el paràgraf anterior, ja que tan sols en 5 mesos de l'any el seguiment E-O aconsegueix una radiació acumulada superior que el seguiment N-S.

Un cop definit el potencial de la zona podem extreure que en comparació a altres punts de Catalunya o d'Espanya, com ara el pla de Lleida o Andalusia, no tenim el millor potencial en quant a radiació per unitat de superfície, ja que en ubicacions com les mencionades es poden arribar a pics de radiació de $1200 W/m^2$ o inclús $1500 W/m^2$, tot hi això el potencial elèctric que hi ha és molt elevat i, sense tindre en compte la normativa actual, l'estalvi per la implantació d'una instal·lació d'aquest tipus podria reduir substancialment els costos per energia elèctrica. Més endavant es realitzarà un estudi de viabilitat econòmica tenint en compte el règim especial que es va implantar per les instal·lacions de generació finalitzades abans del 2008 en comparació amb realitzar un autoconsum propi per la instal·lació, deixant de consumir energia de la xarxa i reduint la potència durant bona part dels períodes.

Per dimensionar el sistema de captació tindrem en compte realitzar la inversió mínima pels resultats més òptims. Per fer-ho, buscarem quin és el consum mínim per hora i el consum mínim per mes, tenint en compte els dies treballats durant el mes en qüestió i les hores de sol diàries corresponents al mes evaluat. Un cop trobades aquestes dos dades haurem de buscar les característiques del nostre captador solar per poder obtindre la potència total per àrea que ens pot donar cadascun d'ells. Al mateix temps, em de tindre en compte que la superfície màxima per la instal·lació de plaques solars és de $1817m^2$.

Fent aquesta comparació obtenim que el mes amb un consum total més baix és el mes de Desembre amb un consum total, durant hores de llum, de 63.580,33 kWh/mes. Per altra banda el mes amb un consum per hora més baix és el mes d'Agost amb un consum hora de 459,93kWh.

Aquest estudi es realitza per poder determinar quina és la potència màxima que es vol instal·lar amb plaques solars per poder obtenir el màxim d'energia sense haver d'emprar bateries, ja que tenen un cost molt elevat.

7.5.4. Sistema escollit

El sistema escollit es troba diferenciat pel tipus de captador i el sistema de suport. A més a més, de tot el sistema de connexió i la instal·lació en si mateixa, alhora em de tindre en compte que no s'instal·laran sistemes d'acumulació que farien encarir en gran terme la instal·lació.

El captador escollit és el D330 de SunEdison (43), a l'Annex 3.4.1.1 es mostren les especificacions del captador solar fotovoltaic, el qual consta d'una superfície de captació total de 1,95624 m² i un rendiment del 16,7% global.

A partir d'aquestes característiques es poden extreure dades globals de la instal·lació que ens ajudaran a realitzar l'estudi de viabilitat econòmica.

Utilitzant les dades de radiació per unitat de superfície obtingudes a l'apartat anterior i aplicant les característiques del captador solar en qüestió obtenim l'energia diària generada per cada tipus de seguiment, recordem que em escollit un sistema de seguiment de N-S ja que es el més rendible, sent la següent fórmula:

$$\begin{aligned} & \text{Energia generada diària total} \\ &= \text{Sup. de captació total} * \text{Radiació per unitat de sup.} \\ & * \text{rendiment global} \end{aligned}$$

Un cop obtinguda aquesta energia diària total la transposarem per cada mes a energia generada per hora, segons les hores de sol que tingui el dia, em considerat la següent taula tenint en compte les dades obtingudes del sistema PVGIS.

Mes	Hores efectives
Gener	8
Febrer	8,5
Març	9

Abril	9,2
Maig	9,5
Juny	10,5
Juliol	11
Agost	10,5
Setembre	9,5
Octubre	9
Novembre	8,5
Desembre	8

Taula 68.- Hores efectives de llum segons mes de l'any.

Mes	Captació N-S dia clar	Captació N-S dia normal	Superfície plaques solars	Rendiment global	Energia diària generada dia clar (KWh)
Gener	13.326,94	9.610,55	900	0,16	1.925,68
Febrer	17.787,31	13.193,77	900	0,16	2.570,18
Març	22.909,01	17.836,75	900	0,16	3.310,24
Abril	29.163,37	18.277,72	900	0,16	4.213,96
Maig	31.533,45	20.551,84	900	0,16	4.556,43
Juny	34.495,31	25.188,96	900	0,16	4.984,40
Juliol	35.335,08	27.331,87	900	0,16	5.105,74
Agost	32.813,48	25.561,24	900	0,16	4.741,38
Setembre	28.329,07	21.228,30	900	0,16	4.093,41
Octubre	20.183,41	14.814,18	900	0,16	2.916,40
Novembre	15.863,49	10.604,59	900	0,16	2.292,19
Desembre	13.638,67	8.706,12	900	0,16	1.970,72

Taula 69.- Energia generada segons sistema i superfície.

Mes	Energia diària generada dia normal (kWh)	Energia mensual generada dia clar (kWh/mes)	Potència (kW)
Gener	1.388,68	57.770,28	240,71
Febrer	1.906,43	77.105,31	302,37
Març	2.577,32	99.307,13	367,80
Abril	2.641,04	126.418,85	458,04
Maig	2.969,64	136.692,76	479,62
Juny	3.639,68	149.532,01	474,70
Juliol	3.949,32	153.172,28	464,16
Agost	3.693,47	142.241,49	451,56
Setembre	3.067,38	122.802,27	430,89
Octubre	2.140,58	87.492,04	324,04
Novembre	1.532,31	68.765,84	269,67
Desembre	1.257,99	59.121,59	246,34

Taula 70.- Energia generada segons sistema i superfície.

A les taules anteriors s'observa com els resultats es realitzen pel cas més òptim possible, essent el cas d'un dia clar, per altra banda s'ha de tindre en compte un fet rellevant amb aquest dimensionament: la fàbrica està tancada els caps de setmana i els dies festius, juntament amb alguns dies a l'Agost per descans. Aquest fet no és en absolut rellevant, ja que la instal·lació solar fotovoltaica segueix generant durant aquests dies de descans. A continuació es mostra una taula i un gràfic amb l'energia generada i l'energia realment aprofitada.

Una menció especial al paràgraf anterior i al dimensionament d'aquesta instal·lació és el fet de que actuarem com si legalment es pogués autoconsumir l'energia elèctrica generada i alhora abocar a la xarxa l'energia restant, obtenint un benefici per la mateixa. A l'estudi de viabilitat econòmica d'aquesta instal·lació tindrem en compte com afectaria a la nostra instal·lació cadascun dels àmbits esmentats (es poden consultar els gràfics generats per l'anàlisi general a l'Annex 2.3.1).

Mes	Dies del	Energia mensual aprofitada dia clar (kWh)	Energia restant (kWh)
Gener	21	40.439,19	17.331,08
Febrer	20	51.403,54	25.701,77
Març	23	76.135,47	23.171,66
Abril	18	75.851,31	50.567,54
Maig	22	100.241,36	36.451,40
Juny	20	99.688,01	49.844,00
Juliol	21	107.220,60	45.951,68
Agost	14	66.379,36	75.862,13
Setembre	20	81.868,18	40.934,09
Octubre	21	61.244,42	26.247,61
Novembre	21	48.136,09	20.629,75
Desembre	17	33.502,23	25.619,36
Total		842.109,76	438.312,09

Taula 71.- Energia aprofitada en un dia clar contra l'energia restant mensualment.

Els dies del mes efectius definits són els dies en que SOME funciona amb normalitat durant el període de mes seleccionat. El gràfic resultant entre l'energia generada i l'energia realment aprofitada per la fàbrica és la següent:

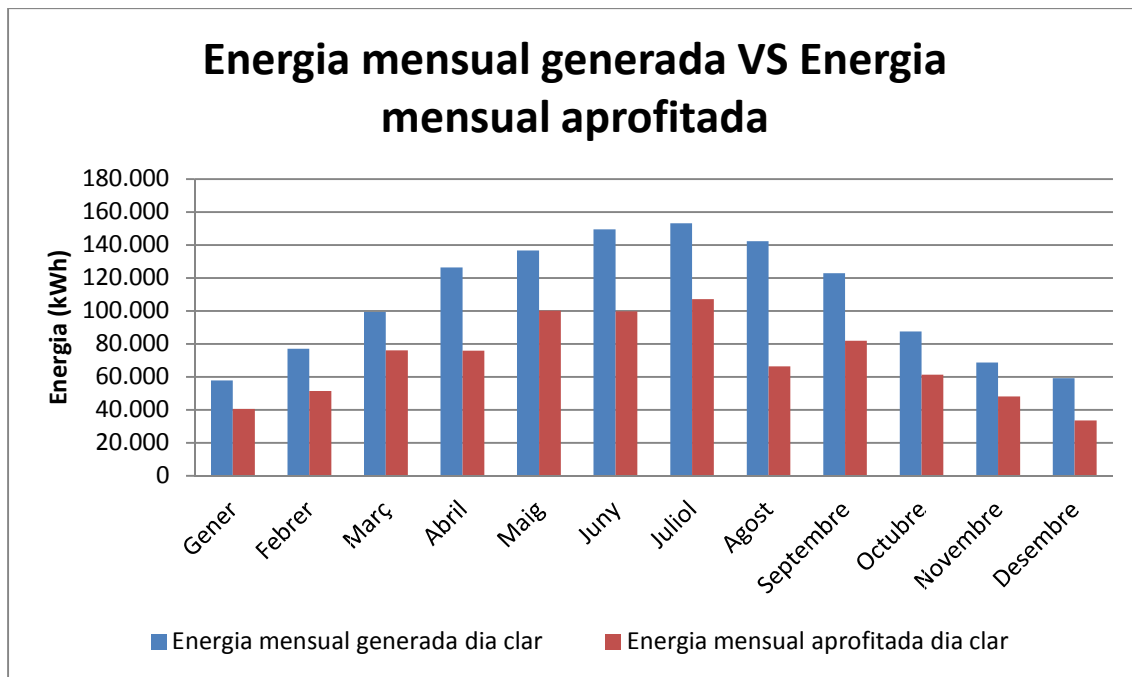


Figura 44.- Gràfica de l'energia generada mensualment contra l'energia aprofitada.

En aquest gràfic s'aprecia de forma molt més explícita com en molts mesos l'energia realment aprofitada no arriba al 70% de l'energia total generada, degut a la quantitat de festivitats que disposa el mes en qüestió. Com em esmentat l'energia restant s'abocaria a la xarxa a canvi d'un cert import econòmic, no establert dins el règim especial.

Per concloure l'apartat es mostra una gràfica amb l'energia total demandada per la fàbrica mensualment i l'aprofitat per la mateixa amb la implantació d'aquesta instal·lació solar fotovoltaica.

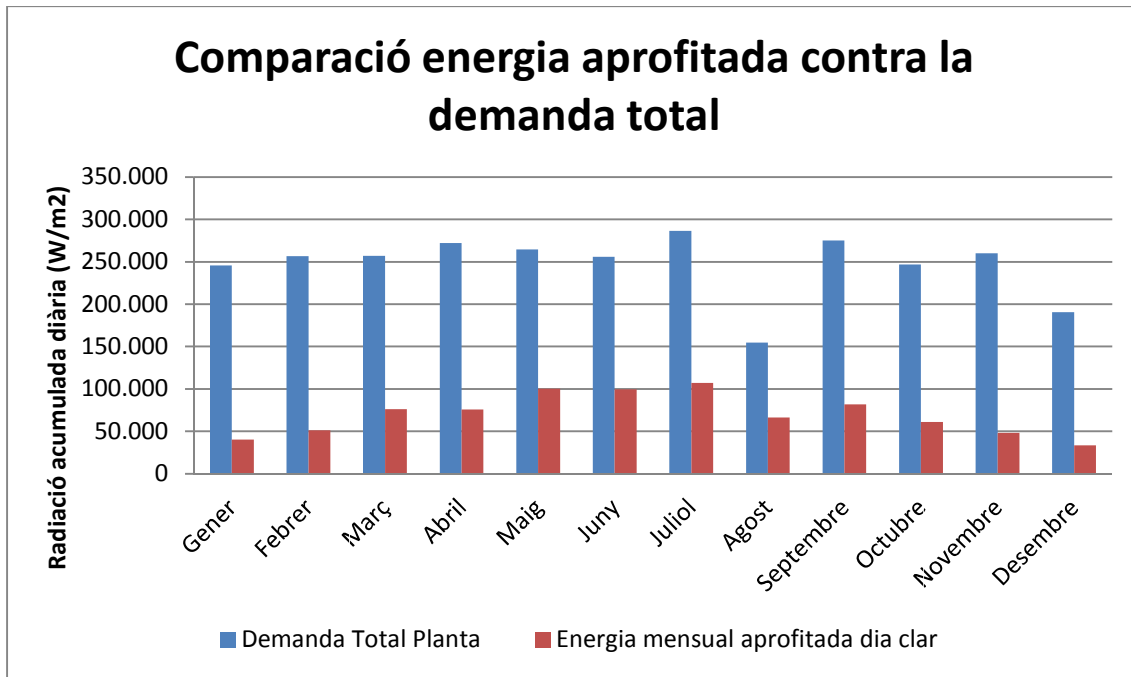


Figura 45.- Gràfica de l'energia elèctrica demandada mensualment contra l'aprofitada.

Tal com hem dit la instal·lació implantada té les dimensions justes perquè sempre es pugui consumir l'energia elèctrica generada sense la necessitat d'instal·lar bateries, optimitzant així la inversió. En aquesta gràfica es fa més que visible aquest marge establert, ja que en tots els mesos la corba d'energia aprofitada està molt per sota de l'energia demandada.

7.5.5. Simulació de la instal·lació

Per a dur terme aquesta simulació s'ha optat per fer servir el programa PVSYST (45), el qual està dissenyat per ser utilitzat per arquitectes, enginyers i tècnics especialitzats. Sent a més a més una eina educativa. Compta amb un manual d'ajuda molt extens el qual ajuda a dimensionar qualsevol instal·lació d'aquest àmbit, a més a més, de comptar amb els models més expandits pel mercat de les diferents marques puntals amb aquesta tecnologia. El programa et permet importar un arxiu meteorològic sobre l'àmbit d'estudi, la geometria d'ombres aplicades a la instal·lació, etc.

És per tant un programa pràctic i apte per aquest estudi, ja que a més de simular el potencial de la nostra instal·lació ens ajudarà a comparar els resultats obtinguts a partir del càlcul establert.

A continuació es defineix de forma totalment general com s'ha realitzat la simulació i els resultats obtinguts amb la mateixa, ja que l'informe es pot consultar a l'Annex 2.7.2, i en ell figura tot l'estudi simulat.

Al programa s'ha escollit un sistema connectat a la xarxa, ja que per qüestions legals, és com ha de ser dimensionat. Amb una inclinació dels captadors de 34º, inclinació optimitzada per una major captació anualment. El model dels captadors és el SI-poly, model Poly 250Wp 60 cells, de Generic acompanyat de tres inversors Solar Inverter M80H de Delta Energy (26).

El mateix programa ens optimitza el nombre de captadors tenint en compte la superfície de 900m² establerta com a paràmetre d'acotació al càlcul realitzat. Amb aquestes característiques el programa ens dimensiona un sistema de 528 mòduls (22 mòduls en sèrie i 24 en paral·lel), amb aquestes característiques el sistema ens diu que per aquesta ubicació l'energia total produïda anualment és de 219MWh/any, amb un rendiment del sistema del 85,89%.

Aquests resultats sorprenen pel fet de que amb el càlcul realitzat l'energia generada per un dia clar és de 1.280,4MWh/any, generats amb tan sols 460 captadors. Donant voltes a la simulació establerta s'observa que el mateix programa imposa diversos valors per defecte que no tenen a veure amb els paràmetres reals, aquests paràmetres imposats només es poden modificar si es compra el programa, fet que no es durà a terme ja que fent la simple simulació, la qual no es pot imprimir en cap tipus d'arxiu, ja donen uns resultats molt més pròxims als obtinguts amb el càlcul anterior. Determinant que són perfectament vàlids i que seran els que utilitzarem pel càlcul de viabilitat econòmica de la instal·lació.

7.5.6. Estudi de viabilitat econòmica

El captador solar seleccionat és el D330 de SunEdison amb un preu de venda individual de 673€, preu que incorpora el suport del captador i alguns elements per a la seva instal·lació, a més a més s'han sumat els costos per a la posada en marxa de la instal·lació, afegint un 15% de costos respecte el total de la inversió del captador per a la instal·lació, comptant que s'haurà d'instal·lar un convertidor de CC a CA i proteccions elèctriques per a la mateixa, la mà d'obra s'ha comptat com un 10% respecte el mateix total. El resultat que s'obté com a cost total de la inversió sabent que l'IVA anava inclòs en el preu del producte, és de 387.030,73€.

En aquesta implantació s'han de tindre en compte diversos factors, tal hi com hem anat esmentant durant aquest apartat, degut a la tan controvertida normativa actual a l'Estat Espanyol sobre les energies renovables. Els escenaris plantejats per a l'estudi de viabilitat econòmica són els següents:

- Es considera que la normativa actual d'autoconsum, RD 900/2015, canviarà i es deixarà a les empreses que instal·lin plaques solars fotovoltaïques, consumint l'energia que produeixin amb les mateixes, i per tant, deixar-la de consumir de la xarxa. D'altra banda com aquesta energia produïda no serà suficient per fer front a la demanda del sistema es permetrà a l'empresa tindre una potència contractada per cada període en funció dels kW previstos segons la franja horària establerta. Per tant, es considerarà

per aquesta opció que el benefici de la instal·lació s'obtindrà a partir de l'estalvi generat per no haver de comprar part de l'energia demandada, la reducció de la potència contractada i la venda de l'energia sobrant en aquells períodes de temps que l'empresa estigui tancada i no pugui consumir l'energia produïda, sent aquest preu de venda, l'actual per les instal·lacions d'aquest tipus.

- Es considera que el règim especial es torna a obrir per les instal·lacions declarades com a generadores d'energia elèctrica que estiguin validades i inscrites en el llistat d'espera com a tals. Considerant el preu del kWh l'establert el 2008 per a instal·lacions d'aquest àmbit. En aquest cas no es duria a terme cap estalvi sinó que en tot moment es parlaria de benefici, ja que tota l'energia produïda és abocada a la xarxa.
- Es considera que la normativa actual no canvia i que la instal·lació s'ha de definir com a instal·lació generadora d'electricitat, havent de realitzar un contracte amb la companyia elèctrica establint un preu base pel kWh abocat a la xarxa, i estan sotmesos a les condicions horàries establertes per la mateixa companyia. En aquest cas tampoc parlem d'estalvi ja que s'aboca tota l'energia produïda a la xarxa, obtenint un benefici per la mateixa.

A continuació es presenten els VAN generats a partir dels preus de venda establerts per cadascun dels casos presentats:

El primer cas, ve definit per la quantitat d'energia aprofitada i l'energia total generada, la resta entre aquests dos conceptes ens donarà l'energia que s'abocarà a la xarxa. El preu de l'energia estalviada tindrà en compte una reducció de la potència instal·lada i per tant l'IVA, inclòs a la factura, i altres impostos expressats en forma de percentatge sobre la mateixa, essent el cost del kWh igual a 0,1105758€. Per altra banda, l'energia que s'aboqui a la xarxa tindrà un preu de venda mig establert de 0,05€/kWh. Com altres estudis realitzats en aquest projecte el tipus d'interès serà del 5%, s'ha previst que aquesta instal·lació necessitarà un manteniment als 10 anys per poder garantir un temps de vida mínima de 20 anys, període per al qual es realitza el VAN. Per consultar els VAN generats any per any en les diferents opcions consultar l'Annex 2.3.2.

Any	0	1	2	3	4	5
Inversió	387.031					
Beneficis Estalvi+venta		115.033	115.033	115.033	115.033	115.033
Manteniment		0	0	0	0	0
Cash Flow	-387.031	115.033	115.033	115.033	115.033	115.033
Acumulat	-387.031	-271.998	-156.966	-41.933	73.100	188.132
Actualitzat	-387.031	109.555	104.338	99.369	94.638	90.131

Taula 72.- Fase inicial del VAN, durant els cinc primers anys amb autoconsum.

VAN (20 anys)	1.034.649,13
VAN (15 anys)	795.087,79

Taula 73.- Resultat del VAN per implantació de camp solar a 15 i 20 anys amb autoconsum.

El temps de retorn amb aquests beneficis i/o estalvis anuals generats a partir d'aquest mode de funcionament, és de 3,36 anys, ja que el benefici anual de la instal·lació és de 115.033€. El TIR a 25 i 20 anys ens surt del 29%, sent indicador d'una inversió més que factible a llarg termini.

L'energia que s'ha tingut en compte que s'aprofitarà són els 842.109,77kWh, que la instal·lació solar fotovoltaica produirà en hores de funcionament de la fàbrica i l'energia que es vendrà, ja que la fàbrica no té previst funcionar durant certs dies de l'any, són 438.312,09kWh. A cadascun d'aquests se li ha atorgat un preu segons la seva aplicació.

Pel règim de funcionament establert en la segona hipòtesis el Temps de Retorn és pràcticament el mateix, ja que els beneficis de venda d'energia elèctrica són pràcticament iguals en l'ordre anual, essent de 114.597,76€, establint un temps de retorn de 3,38 anys. S'ha tingut en compte, de la igual forma, un manteniment als 10 anys amb un cost del 10% de la inversió inicial. Els VAN resultants a 15 i 20 anys són els següents:

VAN (20 anys)	1.029.230,44
VAN (15 anys)	790.574,62

Taula 74.- Resultat del VAN per implantació de camp solar a 15 i 20 anys amb Règim Especial.

Finalment s'exposa l'últim mode establert, el qual és clarament el més desfavorable i alhora el més realista, ja que és el panorama actual.

Com amb les altres hipòtesis, s'ha considerat el manteniment als 10 anys amb el mateix cost. En aquest cas els beneficis anuals per venda d'energia elèctrica són de tan sols 64.021,09€, estan per sota del 50% dels beneficis anuals anteriors. El Temps de Retorn és de 6,05 anys, essent pràcticament el doble que el definit per les dues hipòtesis anteriors, tot hi no ser tan optimista els VAN obtinguts són els següents:

VAN (20 anys)	398.933,42
VAN (15 anys)	265.606,15

Taula 75.- Resultat del VAN per implantació de camp solar a 15 i 20 anys amb preu de venda actual.

El VAN a 20 anys, temps estimat de funcionament, amb condicions òptimes de la instal·lació, és de pràcticament 400.000€, essent per tant una instal·lació igualment viable tot hi els seus menors ingressos. EL TIR així ens ho assegura, essent del 15% a 20 anys vista.

S'afegeix que amb aquesta instal·lació es podrien aprofitar els palets trencats que es generen cada setmana a SOME com a combustible per a la caldera de biomassa, juntament amb múltiples caixes de cartró que es fan malbé durant els seu transport o posterior manipulació. Reduint a pràcticament zero aquest tipus de rebuig diari.

7.6. Implantació d'una instal·lació solar tèrmica

7.6.1. Característiques de la instal·lació

En el primer punt de normativa de les instal·lacions d'energia solar tèrmica les necessitats teòriques de la nostra instal·lació superen els 12.500l/dia, una demanda molt més gran que la teòrica que té SOME, 7.233l/dia. Com veurem a continuació la diferència entre aquests dos valors representa una demanda energètica massa dispersa. Perquè la instal·lació sigui el més adient possible a les necessitats actuals de SOME, la instal·lació es dimensionarà pels valors reals, extrets de les factures corresponents al caudal d'aigua consumit, consultables als Annexos 4.1.1 i 4.1.2.

Les càrregues calorífiques determinen la quantitat de calor necessària mensualment, per escalfar l'aigua destinada al consum domèstic, i s'obté amb la següent expressió:

$$Q_a = C_e \cdot M \cdot N \cdot (T_{ac} - T_x) \cdot O \cdot \eta$$

On:

Q_a és la càrrega calorífica mensual d'escalfament d'ACS [KJ/mes]

C_e és el calor específic de l'aigua (4,187 KJ/Kg°C)

M és el consum en l/dia

N és el número de dies del mes en qüestió

T_{ac} és la temperatura de l'aigua calenta d'acumulació [°C]

T_x és la temperatura de l'aigua de la xarxa [°C]

O és l'ocupació en tant per u de les instal·lacions

η és el rendiment de la caldera que escalfarà l'aigua (considerat del 94%)

L'ocupació al mes d'agost és del 50% tal i com hem descrit en múltiples ocasions en aquesta memòria, per la resta de mesos de l'any s'ha considerat del 100% tot hi que podria ser discutible en alguna mes en concret, degut a la quantitat de festes que l'acompanyen.

A la següent taula es mostren els resultats del càlcul de la demanda energètica amb les característiques descrites:

Mes	N (dies)	M (litres/dia)	TAC (°C)	Tx (°C)	η	Ce (kJ/kgK)	O	Qa (kJ/mes)	Qa (kJ/mes)
Gener	31	17.495	60	10	0,9	4,187	1	102.187.308,93	21.074.566,67
Febrer	28	17.495	60	10	0,9	4,187	1	92.298.214,51	21.074.566,67
Març	31	17.495	60	10	0,9	4,187	1	102.187.308,93	21.074.566,67
Abril	30	17.495	60	10	0,9	4,187	1	98.890.944,1	30.216.183

					9			2	,33
Maig	31	17.495	60	10	0,9	4,187	1	102.187.308,93	30.216.183,33
Juny	30	17.495	60	10	0,9	4,187	1	98.890.944,12	30.216.183,33
Juliol	31	17.495	60	10	0,9	4,187	1	102.187.308,93	45.428.950,00
Agost	31	17.495	60	10	0,9	4,187	0,5	51.093.654,46	45.428.950,00
Setembre	30	17.495	60	10	0,9	4,187	1	98.890.944,12	45.428.950,00
Octubre	31	17.495	60	10	0,9	4,187	1	102.187.308,93	24.751.450,50
Novembre	30	17.495	60	10	0,9	4,187	1	98.890.944,12	24.751.450,50
Desembre	31	17.495	60	10	0,9	4,187	1	102.187.308,93	24.751.450,50
Total anual	365	209942,8265						1.152.079.499,02	364.413.451,50

Taula 76.- Càrrega calorífica mensual per ACS.

Un cop definida la demanda energètica per part de la instal·lació d'ACS es passarà a escollir el sistema de captació d'energia solar, per la seva posterior transformació en energia tèrmica aprofitable per escalfar un cert volum d'aigua.

En aquesta instal·lació s'ha optat per escollir un col·lector d'alt rendiment, com és el CLIBER SOLTHERM 2.6 vertical (44, 50), es poden consultar les seves especificacions tècniques a l'Annex 3.4.2.2, amb un preu de 550€ per captador més 71€ pel suport, ja que cinc mateixos captadors comparteixen el mateix suport. S'ha escollit aquest model ja que presenta un rendiment òptic del 74,8% juntament amb una àrea de captació de 2,75m².

Per altra banda també s'haurà d'escollir l'acumulador d'ACS, en aquest cas se'n buscarà un que superi els 14.000l de capacitat ja que, com veurem més endavant, és el volum que necessitem acumular perquè la instal·lació sigui legal. Per això s'ha de cercar un acumulador de mides industrials, en aquest cas a Lapesa (49), on tenen diversos models amb aquestes característiques. El model escollit és el MW-12-SB amb un preu de 19.756€ d'acer revestit, es poden consultar les seves característiques a l'Annex 3.4.2.1.

Dimensionat de la superfície de captació i nombre de captadors

Pel càlcul de la superfície de captació i el nombre de captadors necessaris es seguirà el següent procediment:

La taula següent ens mostra els valors de la temperatura de l'aigua freda per a cada mes de l'any segons el CTE mentre que, per a cada mes, la temperatura d'ACS es manté constant a 60°C.

La demanda energètica per cada mes es calcula amb la següent equació, i en la següent taula es recopilen els valors de consum, temperatures i dies del mes per al càlcul final de la demanda en kWh.

$$D = 1,16 * 10^{-3} * N * Q * (T_{ACS} - T_{AF})$$

Mes	N	Q	TACS	TAF	D
	(dies)	(litres/dia)	(°C)	(°C)	(kWh)
Gener	31	7.233	60	9	13.265,0
Febrer	28	7.233	60	10	11.746,4
Març	31	7.233	60	11	12.744,8
Abril	30	7.233	60	12	12.082,0
Maig	31	7.233	60	14	11.964,5
Juny	30	7.233	60	17	10.823,5
Juliol	31	7.233	60	19	10.664,0
Agost	31	7.233	60	19	10.664,0
Setembre	30	7.233	60	17	10.823,5
Octubre	31	7.233	60	15	11.704,4
Novembre	30	7.233	60	12	12.082,0
Desembre	31	7.233	60	10	13.004,9
Total anual	365	86.796	60	13,8	141.569,2

Taula 77.- Demanda energètica mensual per ACS.

A continuació es procedirà a calcular l'energia de radiació incident sobre el captador solar, per fer-ho, primer s'haurà de determinar la radiació d'una superfície horitzontal, en MJ/m²dia, juntament amb el factor corrector k. Les dues dades es poden trobar a la secció 4 del CTE on es parla del procediment a seguir en el dimensionament d'una instal·lació solar tèrmica.

Un cop cercades les dades anteriors el càlcul de la radiació es realitzarà amb la següent fórmula, on k és el factor de correcció i H la radiació en una superfície horitzontal:

$$E = 0,94 \cdot k \cdot H$$

Mes	Dies	H (MJ/m ² dia)	k	E (MJ/m ² dia)	E (MJ/m ² mes)
Gener	31	6,5	1,44	8,80	272,75
Febrer	28	9,5	1,31	11,70	327,55
Març	31	12,9	1,16	14,07	436,05
Abril	30	16,1	1	15,13	454,02
Maig	31	18,6	0,89	15,56	482,38
Juny	30	20,3	0,86	16,41	492,32
Juliol	31	21,6	0,9	18,27	566,48
Agost	31	18,1	1,02	17,35	537,98
Setembre	30	14,6	1,21	16,61	498,18
Octubre	31	10,8	1,44	14,62	453,19
Novembre	30	7,2	1,59	10,76	322,83
Desembre	31	5,8	1,56	8,51	263,66

Taula 78.- Energia radiació incident al captador solar tèrmic.

D'altra banda es necessita determinar la potència incident en el captador solar I en W/m², utilitzant els valors d'energia incident E i el nombre d'hores d'aportació energètica.

$$I = \frac{10^6 \cdot E}{3600 \cdot h}$$

On h és la hora solar determinada per les hores solars de cada mes, estimades amb les dades obtingudes pel càlcul de la instal·lació solar fotovoltaica.

Un cop obtinguda la radiació solar podem conèixer el rendiment instantani de cada mes, a partir de la fórmula següent:

$$\eta = [0,94 \cdot F_R(\tau\alpha)_n] - F_R U_L \cdot \frac{(T_m - T_{amb})}{I} = (0,94 \cdot a) - b \cdot \frac{(T_m - T_{amb})}{I}$$

On:

$a = F_R(\tau\alpha)_n$ = Rendiment òptic

$b = F_R U_L$ = Coeficient de pèrdues

T_m = Temperatura mitja d'aigua

T_{amb} = Temperatura ambient de l'aigua

Les dades del col·lector es poden trobar a l'Annex 3.4.2.2 on figura la seva fulla de característiques específiques, per altra banda la temperatura ambient es pot trobar al CTE juntament amb les altres taules emprades per al càlcul d'aquesta instal·lació.

A la següent taula es recopilen els valors d'intensitat, Energia, Temperatura mitjana, Temperatura ambient i finalment el rendiment.

Mes	Die s	E(MJ/m ² ·di a))	E(MJ(m ² ·me s))	h(hores sol)	I(W/m 2)	T _m (° C)	T _{amb} (° C)	η(%)
Gener	31	8,80	272,75	8	305,50	60	11	10,68 %
Febrer	28	11,70	327,55	8,5	382,30	60	12	23,63 %
Març	31	14,07	436,05	9	434,14	60	14	30,92 %
Abril	30	15,13	454,02	9,2	456,94	60	17	35,32 %
Maig	31	15,56	482,38	9,5	454,99	60	20	37,63 %
Juny	30	16,41	492,32	10,5	434,14	60	24	39,48 %
Juliol	31	18,27	566,48	11	461,45	60	26	42,92 %
Agost	31	17,35	537,98	10,5	459,11	60	26	42,78 %
Setembr e	30	16,61	498,18	9,5	485,56	60	24	42,75 %
Octubre	31	14,62	453,19	9	451,20	60	20	37,35 %
Novemb re	30	10,76	322,83	8,5	351,67	60	16	23,79 %
Desembr e	31	8,51	263,66	8	295,32	60	12	9,88 %
Any	365	13,98	5107,40	111,20	414,36	60	18,5	31,43 %

Taula 79.- Rendiment instal·lació solar tèrmica mensualment.

A partir de la taula anterior es pot conèixer l'energia mitjana diària, $EMED = 13,98 \text{ MJ/m}^2 \text{ dia}$, i l'energia anual:

$$E_{\text{anual}} = 5.107,4 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}} \frac{1 \text{ kWh}}{3,6 \text{ MJ}} = 1.418,72 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}}$$

Un cop obtinguda l'energia mitjana diària i el rendiment mitjà, és de 31,43%, podem calcular la producció energètica anual de la instal·lació, en $\text{MJ/m}^2 \text{ any}$, amb la següent relació:

$$U = N_{\text{any}} \cdot (0,9 \cdot \eta_{\text{med}} \cdot E_{\text{med}})$$

$$U = 365 \cdot (0,9 \cdot 0,3143 \cdot 13,98) = 1.603,78 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}} = 445,49 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{any}}$$

En el nostre cas s'ha considerat que la instal·lació tindrà una cobertura solar del 10% superior al tant per cent mínim marcat pel CTE, és a dir, volem cobrir un mínim del 60% de la demanda amb producció d'energia tèrmica a partir d'energia solar.

$$P = f_m \cdot D_{\text{anual}} = 0,6 \cdot 141.569,2 = 84.941,5 \text{ kWh/any}$$

On f_m és el factor de seguretat mig

Finalment, es calcula la superfície necessària total de captadors, dividint la producció necessària per cobrir el 60% entre la producció anual de la instal·lació.

$$S = \frac{P}{U} = \frac{84.941,5}{445,49} = 190,67 \text{ m}^2 \rightarrow S = 191 \text{ m}^2$$

La superfície requerida total de captadors serà de 191 m^2 . Un cop obtinguda la superfície total de captadors solars, es calcula el nombre total de captadors necessaris per obtenir aquesta superfície total, utilitzant la superfície útil o superfície d'obertura, el valor ve proporcionat pel catàleg de l'empresa SOLTHERM CLIBER, essent de $2,75 \text{ m}^2$.

$$n_{\text{total}} = \frac{S}{S_{\text{útil}}} = \frac{191}{2,75} = 69,3 \rightarrow \mathbf{70 \text{ captadors}}$$

Tenint en compte el sistema seleccionat passem a determinar l'espai entre files i el percentatge d'ombres, mitjançant el següent sistema d'equacions:

$$z = L \cdot \sin(\text{inclinació del captador})$$

$$d_1 = \frac{z}{\tan(\alpha_{s,\text{min}})} = \frac{L \cdot \sin(\beta)}{\tan(\alpha_{s,\text{min}})}$$

$$d_2 = L \cdot \cos (\beta)$$

$$d_{total} = d_1 + d_2$$

On:

d_1 = distància (en metres) entre files compreses entre la projecció horitzontal del punt més elevat del captador i el principi de la següent.

z = alçada del captador (en metres).

L = longitud del captador (en metros).

β = angle (en graus) d'inclinació del captador respecte el pla horitzontal.

α = alçada (en graus) solar mínima al migdia

d_2 = projecció horitzontal del captador (en metres)

d_{total} = suma de les distancies de les projeccions d_1 i d_2 (en metres).

Tenint en compte que:

- Inclinació del captador: 50º
- Longitud del captador: 2,057 m
- Latitud de Sant Quirze de Besora: 42º

$$z = 2,057 \cdot \sin(50) = 1,57 \text{ m}$$

$$d_1 = \frac{1,57}{\tan(61^\circ - 42^\circ)} = 4,56 \text{ m}$$

$$d_2 = 2,057 \cdot \cos(50) = 1,32 \text{ m}$$

$$d_{total} = 4,56 + 1,32 = 5,88 \text{ m}$$

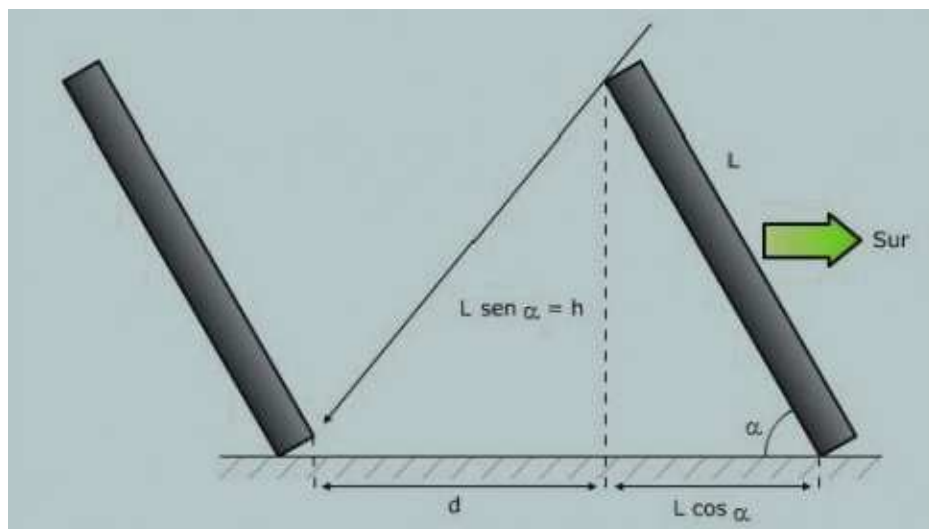


Figura 46.- Esquema del càlcul de la distància mínima entre les files de col·lectors. Font:

<http://eliseosebastian.com/>

Els 70 captadors es distribuïran en 2 files de 35 captadors cadascuna, la distància entre aquestes dues files serà de 5,88m. Els captadors de cada fila estaran connectats en sèrie entre ells i la connexió entre files serà en paral·lel, tenint així un punt en comú on s'ajuntaran els dos caudals d'aigua calenta que provenguin de cadascuna de les files. L'esquema seria el següent:

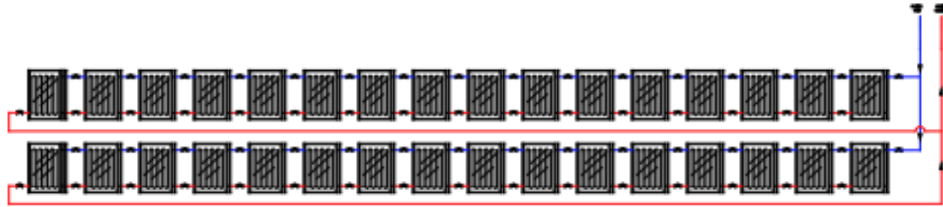


Figura 47.- Esquema del circuit de captadors i el seu connectat.

Sistema d'acumulació

Per poder cobrir les necessitats d'ACS de la nostra instal·lació serà necessària la instal·lació d'un acumulador, dimensionat a partir de la següent expressió:

$$V_T = V \cdot S = 50 \frac{l}{m^2} \cdot 192,5 m^2 = 9.625 l$$

El volum es verifica a partir de la gràfica següent, que mostra la relació del volum per la temperatura desitjada, en el nostre cas 60 °C.

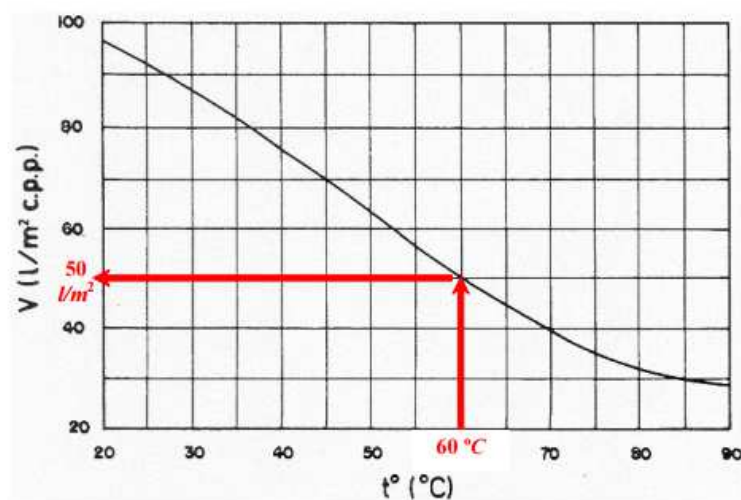


Figura 48.- Funció de relació del volum d'acumulació en funció de la temperatura.

Òbviament es compleix amb la relació de V/A, que ha d'estar entre la ràtio de 50 i 180.

Fluid de treball

Els captadors solars estan connectats amb la resta de la instal·lació a través del circuit hidràulic primari per on circula el fluid caloportador. El fluid de treball per la instal·lació solar és una barreja d'aigua amb propilenglicol que assegura una protecció contra gelades de fins a -11°C , temperatura bastant inferior a la mínima que s'ha registrat mai al municipi, segons la proporció d'anticongelant que contingui la barreja. Podent-se obtenir amb el següent gràfic la proporció òptima.

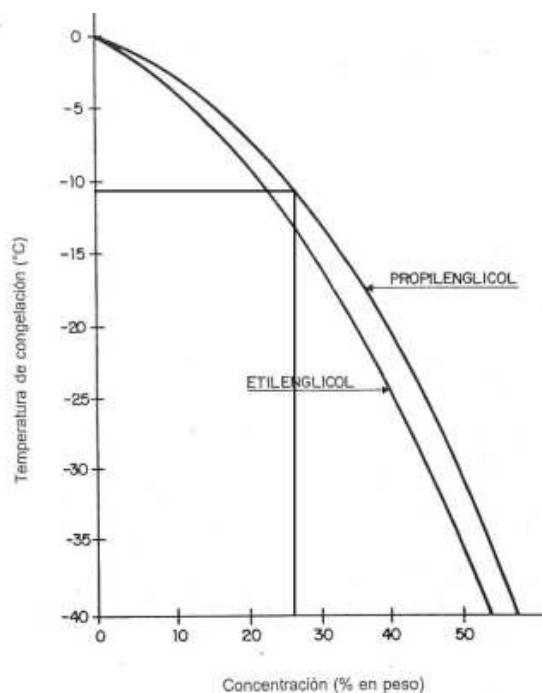


Figura 49.- Percentatge de propilenglicol en funció de la temperatura de congelació.

La proporció d'anticongelant serà del 27% del pes total del fluid caloportador en tot el circuit primari, essent la resta de la barreja aigua de la xarxa. Obtenint un calor específic de la barreja de $0,95 \text{ kcal/kg}^{\circ}\text{C}$ i una viscositat de 1,15 centipoises a 45°C .

La qualitat de l'aigua de la xarxa es considera apta per a poder-la utilitzar al circuit primari i sense necessitat de cap tractament específic ja que compleix amb l'establert al CTE.

- El fluid de treball té un pH a 20°C entre 5 i 9 ($7,73 \pm 0,1$).
- La salinitat de l'aigua no excedeix a 500 mg/l totals de sals solubles.
- El contingut en sals de calç no excedeix de 200 mg/l , expressats com a contingut en carbonat càlcic.

El límit de diòxid de carboni lliure contingut en l'aigua no excedeix de 50 mg/l .

7.6.2. Simulació de la instal·lació

Per poder dimensionar el nostre sistema d'una forma completament legal i el més òptimament possible s'ha optat per emprar el programa CHEQ 4.2, un programa informàtic elaborat per l'IDAE (Institut per la Diversificació i l'Estalvi de l'Energia) i l'ASIT (l'Associació Solar de la Indústria Tèrmica), aquest programa s'ha realitzat amb la finalitat de facilitar a tots els agents participants en el sector de l'energia solar tèrmica de baixa temperatura amb l'aplicació, compliment i avaluació de la secció HE4 inclosa a l'exigència bàsica HE Estalvi d'Energia del Codi Tècnic d'Edificació (CTE).

Des de la mateixa pàgina web (48) et permeten descarregar el programa amb total facilitat, amb aquest es pot observar si es compleixen les legislacions vigents i si el teu sistema és o no òptim per dur-lo a terme. Perquè això sigui possible s'han de complir un cert nombre d'exigències:

- Com a mínim durant un mes a l'any s'haurà de suplir, pràcticament en el 100%, les necessitats d'ACS amb les plaques solars tèrmiques instal·lades.
- La ràtio entre el volum del dipòsit i la superfície total de captadors s'haurà de trobar entre els valors 50 i 180.
- El programa t'obliga a complir un 70% en relació a la contribució amb energia solar tèrmica respecte a la demanda d'ACS, a diferència de les nostres taules, on podem veure que segons la zona III, només se'ns obliga a fer front a un 50%.

Un cop establerts els criteris de dimensionament es passa a la realització:

En primer lloc el programa ens demana que es defineixi la situació geogràfica de l'emplaçament segons la seva comarca i la seva localitat, essent Sant Quirze de Besora ubicada a la província de Barcelona. En segon lloc, s'ha de definir el tipus d'instal·lació que es vol realitzar, escollint l'opció de consumidor únic amb interacumulador, ja que es defineix com un sistema solar tèrmic per producció d'ACS a instal·lacions de consum únic amb acumulador solar, intercanviador intern i vàlvula termostàtica, definició que s'ajusta a les necessitats de l'empresa, ja que el consum d'ACS no és molt elevat.

Tot seguit es demana que es defineixin les característiques de consum de l'empresa, juntament amb les característiques de l'activitat que s'hi realitza. Es defineix com una activitat industrial amb sales tècniques, tallers i activitat industrial amb 210 persones totals contractades, sumant el total d'una demanda diària de 7.233l/dia.

Tenint definits els captadors solars tèrmics a utilitzar, establim un factor de pèrdues per ombra del 5% , una inclinació de 50º i una orientació de 5º. Obtenim un total de 110 captadors necessaris amb 5 captadors en sèrie establerts, establint doncs la necessitat d'instal·lar un acumulador amb una capacitat total de 14.000l per poder complir amb la ràtio imposada entre la relació de superfície per captadors i volum d'acumulació.

Per altra banda, es defineixen unes característiques de la instal·lació com: el percentatge d'anticongelant, 5%, la longitud del circuit primari, 50m, diàmetre de la canonada, 32mm, gruix de l'aïllant, 50mm tenint en compte que és llana mineral, el sistema de suport, caldera de biomassa, longitud del circuit de distribució, 60m, etc.

A l'Annex 2.7.3 es pot consultar l'informe final on detalla tot el procediment realitzat, a continuació es mostra la gràfica resultant amb l'aportació amb cada tipus d'energia depenent del mes de l'any.

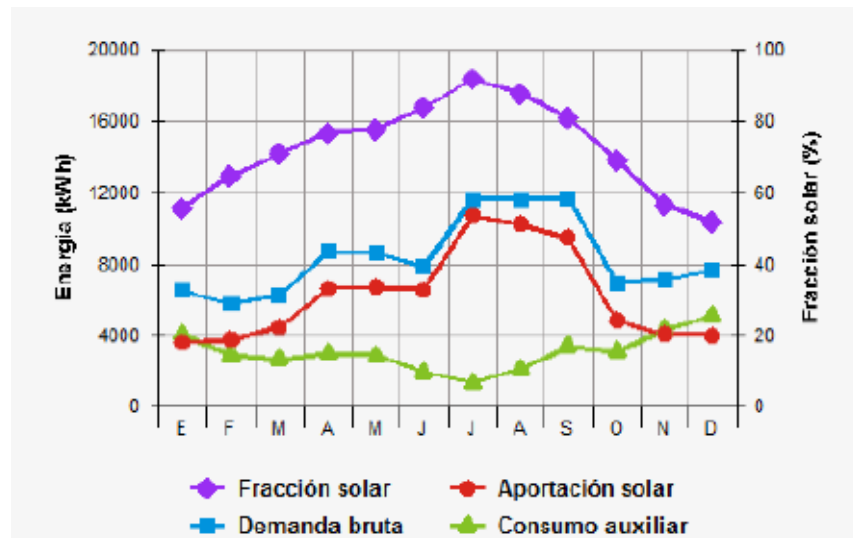


Figura 50.- Aportació solar i auxiliar en funció de la demanda mensual. Font: CHEQ4.2

Com s'observa a la gràfica els mesos d'estiu l'aportació per energia solar tèrmica s'incrementa gradualment fins a assolir el seu punt màxim el mes de juliol amb una aportació de gairebé el 95% respecte el total de l'energia demandada. Els mesos d'hivern l'aportació per energia solar tèrmica es situa en l'ordre del 50%-60% obtenint que de mitjana l'energia solar tèrmica cobreix en un 75% la demanda total de l'empresa, estan coberta la resta per una caldera de biomassa.

7.6.3. Estudi de viabilitat econòmica

Per avaluar si la inversió es factible o no desglossarem els costos de la instal·lació i a continuació es realitzarà un VAN o es podrà determinar quin es el temps de retorn i quin és el temps real d'amortització de la instal·lació. A partir dels resultats obtinguts s'avaluarà en comparació a l'altra alternativa actual, que seria no instal·lar aquesta font de generació a partir de l'energia solar i implantar únicament una caldera de biomassa que es faci càrrec de tota la demanda de la nau

industrial. Queda per dir que s'avaluarà la instal·lació per les dades teòriques obtingudes i per les dades obtingudes amb la simulació a partir del programa Cheq4.2.

A la primera taula es mostra el desglossament de costos per una instal·lació dimensionada tal i com ens diu el programa Cheq4.2 i a la segona taula es mostra el desglossament de costos per una instal·lació dimensionada a partir dels resultats obtinguts amb el càlcul realitzat a mà a partir de les directrius del CTE.

	Unitats	Preu (€)	Preu total (€)
Captador	110	550	60.500,00 €
Suport	22	355	7.810,00 €
Instal·lació	20%		17.613,20 €
Acumulador	1	19.756	19.756,00 €
Mà d'obra	15%		13.209,90 €
IVA	21%		24.042,02 €
Total			143.855,81 €

Taula 80.- Desglossament de costos instal·lació solar tèrmica, resultats Cheq4.2

	Unitats	Preu (€)	Preu total (€)
Captador	70	550	38.500,00 €
Suport	14	355	4.970,00 €
Instal·lació	15%		12.170,6 €
Acumulador	1	17.383	17.383,00 €
Mà d'obra	15%		9.127,95 €
IVA	21%		17.251,83 €
Total			99.403,38 €

Taula 81.- Desglossament de costos instal·lació solar tèrmica, càlculs propis

La diferència de cost per inversió es fa més que palpable al reduir la instal·lació en 40 captadors, reduint alhora el nombre de suports i els costos de mà d'obra i d'instal·lació. Reduint uns 44.000€ la inversió inicial també reduim el temps de retorn i obtenim un VAN millor a qualsevol període de temps.

Per realitzar el VAN s'han considerat uns beneficis aportats per l'estalvi de consum de gasoil, com és la instal·lació actual per ACS, establint un preu per kWh de 0,2096€ obtingut a partir de les factures reals per gasoil. A més a més, s'estableix un cost de generació, establert pel manteniment i el control de la instal·lació, de 0,010455€/kWh. Finalment es fixa un interès del 5% i un manteniment amb un cost del 10% de la inversió inicial al cap de deu anys de la implantació,

obtenint els següents resultats pels dos sistemes proposats. Per consultar el VAN sencer anar a l'Annex 2.4.1.

Any	0	1	2	3	4	5
Inversió	143.855,8					
Cost Generació		790,0	790,0	790,0	790,0	790,0
Estalvi Energia		15837,8	15837,8	15837,8	15837,8	15837,8
Estalvi Real		15047,8	15047,8	15047,8	15047,8	15047,8
Manteniment		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cash Flow	-143.855,8	15047,8	15047,8	15047,8	15047,8	15047,8
Acumulat	-143.855,8	-128808,0	-113760,2	-98712,4	-83664,6	-68616,8
Actualitzat	-143.855,8	14331,2	13648,8	12998,9	12379,9	11790,3

Taula 82.- Seguiment del VAN els cinc primers anys.

En aquesta primera taula s'observa el format de càlcul del VAN, on es té en compte el cost de la inversió, el cost de generació de l'energia tèrmica, l'estalvi energètic en gasoil, l'estalvi real en el qual el cost de generació resta a l'estalvi de gasoil, el moviment de caixa, l'acumulat i finalment l'actualitzat. A continuació, es mostren les taules amb els diferents resultats dels VAN i dels TIR a 15, 20 i 30 anys vista, es considera que una instal·lació d'aquest tipus pot arribar als 30 anys amb el manteniment adequat, tot hi que el resultat a tindre en compte és el del VAN a 20 anys. Per altra banda, el temps de retorn per la instal·lació simulada és de 9,08 anys i el de la instal·lació calculada és de 6,27 anys.

VAN (30)	77.628,16	TIR (30)	10%
VAN (20)	33.835,45	TIR (20)	8%
VAN (15)	7.919,41	TIR (15)	6%

Taula 83.- Resultats del VAN a 15, 20 i 30 anys, resultats Cheq4.2.

VAN (30)	125.120,45	TIR (30)	15%
VAN (20)	81.327,75	TIR (20)	14%
VAN (15)	53.736,34	TIR (15)	13%

Taula 84.- Resultats del VAN a 15, 20 i 30 anys, càlculs propis

Amb el VAN a 20 anys, ens passa quelcom molt similar al temps de retorn, ja que la diferència de cost en inversió fa que per la instal·lació calculada quedin 48.000€ més de marge i un TIR un 6% més elevat.

Podem concloure amb aquest anàlisi econòmic que és una inversió amb un període llarg de recuperació degut a l'elevat cost d'inversió, al no ser un edifici nou ni estar entre cap altre dels punts citats al CTE per obligar a instal·lar energia solar tèrmica per ACS a la nau industrial, es considera que econòmicament és molt més viable la instal·lació de les dues calderes de biomassa, les quals tenen un període d'amortització molt baix degut al seu baix cost d'inversió i el baix cost del material combustible. Tot hi que s'ha de reconèixer que una instal·lació d'energia solar tèrmica suposaria unes emissions per gasos a l'atmosfera més baix, ja que exceptuant les emissions que es generen en la seva fabricació i el seu rebuig, no en generen. La ubicació, al no tindre les condicions meteorològiques més òptimes per al funcionament d'una instal·lació d'aquesta tipologia i si unes condicions molt òptimes pel reaprofitament de la biomassa generada a la comarca fa que ens acabem de decantar per la opció exclusiva de canviar únicament les calderes de gasoil actuals per unes de biomassa.

7.7. Implantació d'una instal·lació eòlica

7.7.1. Dades meteorològiques

En primer lloc, consultarem el programa de simulació online d'Enair, el qual disposa una petita base de dades amb les quals pot realitzar diferents càlculs per al dimensionament d'instal·lacions solars fotovoltaïques, eòliques i mixtes. Tot hi això, és bastant limitat i no ens permet dimensionar un sistema prou gran com per cobrir part de la demanda elèctrica de l'empresa, i per altra banda, tampoc disposa de dades sobre la velocitat del vent en aquesta zona. Així doncs, les dades de la velocitat del vent les extraïem de la base de dades del meteocat, on surten les dades anuals fins al 2015, de cada estació meteorològica de Catalunya (52). Com és evident, no totes les estacions meteorològiques contenen amb les mateixes equipacions, per sort, l'estació meteorològica més propera a la nostra planta (l'estació meteorològica d'Orís) situada a dos quilòmetres de distància, compta amb tots els instruments necessaris per poder recopilar el vent mitjà a la zona, el vent màxim mitjà i les ràfegues de vent màximes. Les dades del 2015 s'han comparat amb les del 2014 i les del 2013 per assegurar-nos que siguin el més ajustades a la realitat.

Amb totes aquestes dades s'ha generat la següent taula:

Mes	Velocitat mitjana (km/h)	Velocitat mitjana (m/s)	Velocitat mitjana màxima a 10m (m/s)	Velocitat màxima (m/s)	Direcció dominant del vent
Gener	3,6	1,0	5,1	22,3	SW
Febrer	5,0	1,4	9,0	18,4	SW
Març	5,0	1,4	7,4	20,2	SW
Abril	4,7	1,3	7,3	10,8	SW
Maig	5,0	1,4	8,5	13,8	SW
Juny	4,3	1,2	7,6	11,1	SW
Juliol	5,0	1,4	8,4	14,1	SW
Agost	4,3	1,2	7,2	9,9	SW
Setembre	4,0	1,1	6,7	11,3	SW
Octubre	3,6	1,0	6,3	13,0	SW
Novembre	3,6	1,0	5,5	13,9	SW
Desembre	2,2	0,6	3,6	5,8	SW
Promig	4,2	1,2	9,0	22,3	SW

Taula 85.- Taula resum de les dades de l'EMA.

Analitzant aquesta taula podem observar tots els elements mencionats en l'anterior recopil·lació de dades de l'estació meteorològica d'Orís, juntament amb la direcció del vent, factor decisiu a l'hora d'orientar correctament l'aerogenerador. La velocitat mitjana del vent al llarg de l'any és de 1,2m/s, una velocitat bastant baixa que segurament ens farà disminuir el rendiment de l'aerogenerador en un percentatge important, tot hi això s'observen uns pics de velocitat màxima mitjana bastant elevats, situant-se amb ràfegues màximes de 22,3m/s al gener.

7.7.2. Dimensionament de la instal·lació

Per poder aconseguir el màxim rendiment possible amb la baixa velocitat mitja mensual del vent necessitem un aerogenerador lleuger que sigui capaç de començar a produir energia amb una velocitat de vent molt reduïda, per això no podem instal·lar cap tipus d'aerogenerador d'una gran potència instal·lada com seria un de 10MW o 500kW, l'únic que es podria amortitzar seria un aerogenerador de nivell domèstic com el BORNAY 6000 (51), el qual comença a generar energia a partir de 1m/s tot hi que necessita una velocitat d'arrencada de 3,5m/s. Les seves característiques tècniques es poden consultar a l'Annex 3.4.3.1, on figuren les corbes de potència i energia mensual generada a partir de la velocitat mitjana del vent. Amb aquestes mateixes gràfiques es pot generar la taula següent on s'especifica quina potència instal·lada tindrem per la velocitat mitjana del vent de la ubicació, s'ha considerat que el temps de funcionament de l'aerogenerador és de les 24 hores del dia i tots els dies del mes.

Mes	Velocitat mitjana (m/s)	Energia produïda (kWh/mes)	Energia diària (kWh/dia)	Potència instal·lada (W)	Hores/Dia	Nº dies
Gener	1,0	74,4	2,4	100	24	31
Febrer	1,4	147,84	5,28	220	24	28
Març	1,4	163,68	5,28	220	24	31
Abril	1,3	136,8	4,56	190	24	30
Maig	1,4	163,68	5,28	220	24	31
Juny	1,2	108	3,6	150	24	30
Juliol	1,4	163,68	5,28	220	24	31
Agost	1,2	111,6	3,6	150	24	31
Setembre	1,1	93,6	3,12	130	24	30
Octubre	1,0	74,4	2,4	100	24	31
Novembre	1,0	72	2,4	100	24	30
Desembre	0,6	14,88	0,48	20	24	31
Promig	1,2	110,38	3,64	151,7		

Taula 86.- Energia generada a partir del Bornay 6000 a SOME.

Amb els resultats obtinguts es veu clarament que tot hi que la potència instal·lada de l'aerogenerador és de 6000W amb el vent de la zona només s'aconsegueixen uns 152W instal·lats de mitja mensual, amb els quals tan sols s'aconsegueixen 110,38kWh/mes. Acumulant un total de 1.324,56kWh/any.

Analitzant aquests resultats arribem a la conclusió que l'aerogenerador tan sols funciona a un 2,53% del seu rendiment nominal, pel qual necessita una velocitat de vent mitjana de 12m/s.

S'ha de tindre en compte que a més a més de l'aerogenerador es necessitarà instal·lar un suport pel mateix, no es necessitarà implantar cap tipus de sistema de bateries ni d'inversor, ja que s'intentarà abaratir al màxim el cost de la instal·lació. Per descomptat, s'hauran d'implantar totes les mesures necessàries a nivell de protecció de la instal·lació.

7.7.3. Estudi de viabilitat econòmica

A continuació s'observa una taula resum amb els costos desglossats de la instal·lació, en la que els costos per IVA ja venen inclosos en els preus dels productes establerts. S'ha tingut en compte un cost del 15% per instal·lació i mà d'obra respecte el total, sumant dins d'aquest mateix percentatge el quadre de proteccions necessari per aquest instal·lació.

Concepte	Quantitat	Preu Total (€)
Aerogenerador Bornay 6000W	1	21.290,68
Torre quadripota Bornay autosuportada P750-7m	1	846,52
Subtotal		22.137,20
Imprevistos + Mà d'obra (15% del total)		3.320,58
TOTAL		25.457,78

Taula 87.- Desglossament de costos de la instal·lació d'un aerogenerador.

Tenint en compte aquesta inversió, la qual no és exceptualment gran en comparació de les diverses implantacions proposades dins aquest mateix document, es podria dir que el temps de retorn tampoc hauria de ser massa gran, tot hi així el rendiment de la instal·lació és tan baix que el VAN obtingut és el següent (tenint en compte un preu de venda de l'energia produïda de 0,082€/kWh, ja que s'enten que l'energia generada s'empraria directament a la mateixa instal·lació pròpia de la nau):

Any	0	1	2	3	4	5
Inversió	25457,8					
Estalvi energètic		108,6	108,6	108,6	108,6	108,6
Cash Flow	-25457,8	108,6	108,6	108,6	108,6	108,6
Acumulat	-25457,8	-25349,2	-25240,6	-25131,9	-25023,3	-24914,7
Actualitzat	-25457,8	103,4	98,5	93,8	89,4	85,1

Taula 88.- Resum del VAN durant els cinc primers anys.

Tenint en compte la producció anual de 1.324,56kWh/any els estalvis són de tan sols 108,6€ anuals, és a dir, el temps de retorn de la inversió és de 234,39 anys, amb uns VAN a 15, 20 i 30 anys com els citats a continuació:

VAN (30)	-23.788,12
VAN (20)	-24.104,21
VAN (15)	-24.330,40

Taula 89.- Resultats del VAN a 15, 20 i 30 anys.

Així doncs, no ens queda cap més remei que acceptar els resultats per aquesta implantació i concloure amb total resignació l'apartat dient que, una implantació d'una instal·lació eòlica en aquesta ubicació és del tot insostenible i inamortitzable, sent un despropòsit la idea d'intentar implantar-la. Es pot consultar el VAN complet a l'Annex 2.5.1.

7.8. Implantació de places de pàrquing amb punts de càrrega per vehicles elèctrics

Tenint en compte tota la normativa del REBT proposarem realitzar una instal·lació per a dos punts de recàrrega de vehicles elèctrics a l'empresa, per adaptar-nos als temps actuals i per fomentar el transport renovable dins la mateixa empresa. Alhora s'aconseguirà donar una bona imatge davant dels molts clients que visiten mensualment la fàbrica i els quals solen ser estrangers. Podent-se arribar a donar el cas de que algun d'ells utilitzés un transport amb aquestes característiques.

Els dos punts de recàrrega s'ubicaran davant l'empresa, on es troba el pàrquing de visites, un punt molt pròxim al inici de la instal·lació elèctrica. Fent més econòmica la instal·lació.

Sol·licitant preus orientatius de la instal·lació tenint en compte que no s'hauria de realitzar cap tipus d'obra, *The Wallbox Store* ens diu que una instal·lació d'aquest tipus tindrà el cost aproximat de 845€ pel que fa a la instal·lació. Com a model de punt de recàrrega s'ha escollit un model de CIRCUTOR, empresa amb la qual SOME ja hi està vinculada degut a que és la que es dedica a realitzar moltes adaptacions a la seva maquinària. El model és el eHOME T1C32 (53) amb un punt d'alimentació tipus 1 (SAE J1772) i corrent fins 32A, trobant-se doncs dins el grup de punts de recàrrega semi ràpida, amb els que s'aconsegueix una recàrrega total inferior a 4 hores. Aquest punt de recarrega té un cost de 664,95€, a l'Annex 3.4.4.1 es detalla la seva fitxa tècnica.

Amb tota aquesta informació podem aproximar el preu de la instal·lació a 2.174,9€, els quals formarien part dels costos d'inversió, però als que se'ls hi hauria de sumar el cost per lloguer de comptador de 2€ mensuals i el cost per augment de potència contractada de 478,74€ anuals, tenint en compte que l'augment de potència contractada serà la potència màxima demandada de cadascun dels punts multiplicada per 0,3, podent-se expressar amb la següent fórmula:

$$P_{contractada} = 7,4kW * 2 * 0,3 * \frac{\text{Cost anual potència contractada}}{\text{Potència contractada}}$$

Així doncs hi haurà una despesa inicial de 2.174,9€ i un cost anual de 502,74€.

Per aquesta instal·lació seria molt interessant un projecte innovador com el de les pèrgoles fotovoltaïques, les quals proporcionarien una ombra pels cotxes a l'estiu i alhora electricitat pels punts de càrrega pels vehicles elèctrics, a més de treure'n un benefici de l'energia abocada a la xarxa. Tot hi això com actualment el valor de l'energia a la xarxa no serveix per poder treure'n un benefici, i pràcticament l'únic al que pots adherir-te és al fet d'amortitzar la instal·lació al cap de més de 10 anys, no estudiarem la seva implantació. Remarcant que en el cas de que realment es pogués utilitzar l'energia elèctrica produïda per a cobrir part del consum de la demanda de

l'empresa si que realitzàrem l'estudi, ja que el cost de l'electricitat no consumida més el cost per reducció de potència superen el import mensual que rebríem per part de la companyia elèctrica.

8. Diagrama de Gantt

En aquest diagrama es pretén representar gràficament, d'una forma totalment orientativa, quins serien els terminis per a cadascuna de les implantacions si es duguessin a terme aprofitant els períodes de tancament de la fàbrica i altres esdeveniments que fessin aturar la planta, per tal de dur a terme les actuacions el més ràpida i eficientment possible. Com es pot observar al diagrama, situat a l'Annex 2.6, les actuacions per a l'estalvi energètic dimensionat en aquest projecte haurien d'haver-se fet efectives el 20 de novembre.

Per tal d'interpretar correctament el gràfic, s'ha de tindre en compte que hi ha implantacions que requereixen poc més d'un matí o un dia de feina, per altra banda altres implantacions, com és el canvi d'enllumenat o la implantació de parades automàtiques a màquina, requereixen de bastantes hores de feina. Com es pot observar cadascuna de les implantacions va precedida del temps d'estudi de la implantació, el qual incorpora el temps que s'haurà d'invertir en reunions que organitzin i estructurin la forma d'actuar a fàbrica, com és evident depenent de l'acció que es dugui a terme aquest temps pot passar de ser ínfim a elevat. Un dels altres termes que es pot observar és el percentatge de recurs que s'inverteix en cadascuna de les accions, aquest fa referència a la quantitat de personal que l'empresa haurà d'invertir per a implementar la tasca en qüestió, com és evident, per algunes d'aquestes tasques l'empresa no destinarà personal intern per a dur-les a terme. Sinó que serà la mateixa empresa on s'hagi comprat el producte qui la dugui a terme.

9. Impacte ambiental

En si mateix tot aquest treball intenta reduir el impacte mediambiental de l'empresa SOME, reduint els diferents consums elèctrics de la mateixa amb implantacions de nova tecnologia o petites modificacions que permeten a grans efectes reduir les emissions de CO₂ a la natura, ja que el sistema elèctric s'ha d'adaptar a la demanda del mateix i per tant, al cremar menys combustibles fòssils s'aboca menys CO₂ a l'aire com a efectes de la combustió.

A continuació s'exposen diverses taules en les que es pot apreciar quin estalvi en tones de CO₂ hi ha hagut amb les diverses implantacions, tenint en compte que les emissions de CO₂ per produir energia elèctrica és de 0,36kg/kWh, ja que l'empresa no té cap contracte especial amb cap companyia que produeixi electricitat de forma sostenible.

Il·luminació:

Enllumenat	Emissions (gCo ₂ /kWh)	Consum energètic (kWh/any)	Emissions (tCo ₂)	Estalvi (tones CO ₂ /any)
Actual	360	704.328,2	253,6	0,0
Mod.	360	349.662,0	125,9	127,7

Taula 90.- Estalvi emissions de CO₂ anualment en il·luminació.

Climatització:

- Canvi caldera:

Caldera	Valor	Unitats	Emissions (tonesCO ₂ /any)
Gasoil	2,79	kgCO ₂ /l	139,5
Biomassa	0	kgCO ₂ /kg	0

Taula 91.- Estalvi emissions de CO₂ pel canvi de caldera.

- Canvi aparells de refrigeració:

Instal·lació	Emissions (gCO ₂ /kWh)	Consum energètic (kWh/any)	Emissions (tCO ₂)	Estalvi (tones CO ₂ /any)
Actual	360	223.448,00	80,4	0,0
Mod.	360	15.558,03	5,6	74,8

Taula 92.- Estalvi emissions de CO₂ pel canvi d'aparells de refrigeració.

Energia Solar Fotovoltaica:

Instal·lació	Emissions (gCO ₂ /kWh)	Energia d'estudi (kWh/any)	Emissions totals (tones CO ₂ /any)
Actual	360	1.280.421,85	460,95
Mod.	0	1.280.421,85	0

Taula 93.- Estalvi emissions de CO₂ per instal·lació de plaques solars fotovoltaïques.

Implantacions a màquina:

Instal·lació	Emissions (gCO ₂ /kWh)	Energia (kWh/any)	Emissions CO ₂ (tones CO ₂ /any)	Estalvi (tones CO ₂ /any)
Actual	360	1.011.232,4	364,0	0
Mod.	360	303.369,7	109,2	254,8

Taula 94.- Estalvi emissions de CO₂ per implantacions a la maquinària.

Amb la suma total d'aquestes mesures s'obté un valor de 1.057,75 tones de CO₂ anuals no emeses al medi ambient, reduint l'efecte de les mateixes en la capa d'ozó i a futurs impactes ambientals.

Per altra banda en aquest treball, s'estudia la possibilitat d'implantar en un futur estacions de recàrrega per a vehicles elèctrics, mesura que en certa mesura també afavoreix al medi ambient i ajuda a reduir les emissions de CO₂ i altres gasos encara més contaminants produïts per l'efecte de la combustió als motors diesel o de gasolina. Un altra de les implantacions que es proposen, i que es creu, podria ser molt rendible per a l'empresa és la de firmar un conveni amb l'ajuntament per poder aprofitar la brossa que la mateixa brigada recull de les bores del bosc per a utilitzar-la posteriorment com a biomassa per a la caldera, així doncs estalviaríem el transport de la mateixa biomassa de qualsevol ubicació més llunyana del municipi. Amb aquesta acció estalviem totes les

emissions produïdes pels diferents vehicles que es poguessin utilitzar per al transport d'aquesta font de combustible renovable.

Finalment un altra de les contribucions positives considerades en aquest estudi és el de la substitució dels aparells de climatització que tenen el refrigerant R22 en els seus propis circuits, aquest refrigerant ja fa temps que ha sigut prohibit i que ja no es comercialitza tot hi això els aparells que el contenen encara el mantenen i amb aquesta substitució i el correcte tractament dels residus generats pels antics aparells, s'evitaran futures fuites que puguin esdevenir un problema per la naturalesa.

A mode de reflexió dins aquest apartat podríem divagar d'una forma pràcticament infinita sobre com un estudi econòmic s'imposa sobre la ètica o l'altruisme, ja que és el que realment fa que una empresa funcioni o acabi com moltes d'altres a l'oblit, però el realment transcendental en aquest apartat es com unes simples mesures amb inversions relativament baixes poden tindre un impacte tan gran, i a més ho fan proporcionant a l'empresa un estalvi econòmic amb un temps de retorn curt. Per tant des d'aquest document s'anima a totes les empreses petites i mitjanes que no estan sotmeses a cap restricció per part de la comunitat europea, que intentin realitzar petites accions com les descrites en aquest document per tal d'aconseguir un estalvi energètic i a més a més, col·laborar en petita mesura en l'estalvi d'emissions de CO₂ cap a l'atmosfera i en la protecció del medi ambient.

10. Conclusions

Per finalitzar aquest treball m'agradaria tornar a fer esment al fet de que moltes empreses de mitja i petita envergadura, com és el cas de SOME, tenen carències evidents referents al consum energètic i ni es contempla el fet de realitzar petites inversions per millorar l'estat actual, ja que només es dóna peu a inversions que afectin de forma directa a la conformació del producte. Així doncs, com actualment no hi ha cap llei que integri aquest sector, no es veuen obligades a realitzar cap actuació, fet que afecta de forma directa als seus guanys anuals sense ni tan sols tenir-ho en compte. Per tant, em veig obligat a esmentar que o bé els auditors energètics no estan fent prou bé la seva feina, o bé seria important iniciar alguna campanya de conscienciació a nivell estatal sobre la importància de realitzar aquestes petites accions per al progrés energètic del país. Sent imperativa la necessitat de reduir el consum energètic a nivell estatal, per tal de complir els objectius energètics europeus pel 2020 i els anys posteriors, per tal de reduir les emissions de múltiples substàncies nocives pel medi ambient, provocades per la generació d'energia elèctrica a partir de fonts no renovables.

Aquestes petites accions, recopilades al llarg d'aquest treball faran reduir el consum energètic de l'empresa entre un 40% i un 60% (implantant la instal·lació solar fotovoltaica o no), contant el consum de gasoil i electricitat com a consums energètics principals. Així doncs, no es cap bogeria pensar en una reducció de consums a gran escala, si s'adopta una postura responsable amb el consum energètic.

Seguint aquest nivell de crítica de la normativa estatal respecte a les accions energètiques que s'han dut a terme els últims anys, farem esment a l'últim document que afecta directament a l'autoconsum, el RD 900/2015 (6), el qual prohibeix més d'una modalitat d'autoconsum a més a més de deixar clar que el realitzar balanç net amb la xarxa és tan sols una utopia. Amb aquesta nova normativa s'afavoreixen totes les empreses generadores d'energia elèctrica, garantint el consum per part de la majoria de la població, definint-se que una entitat privada que instal·li un sistema de captació solar fotovoltaica per al consum d'una fabrica, haurà de convertir-se en generador i subministrar l'energia produïda a la xarxa, a un preu de venda mínim, augmentant el temps de retorn de la instal·lació a 10, 12 o 15 anys, tal i com hem observat a l'estudi econòmic de la instal·lació solar fotovoltaica. Amb aquests paràmetres em sento obligat a esmentar que s'haurien d'implantar noves mesures per tal de canviar la situació actual, que només afavoreix a les grans empreses del sector.

En última instància, en tot aquest document s'han intentat aplicar tot de mesures que redueixin el consum energètic de l'empresa i que alhora afavoreixin en el màxim grau possible al medi ambient. En el desenvolupament d'aquesta tasca ens han quedat temes pendents, com és el fet de parlar amb l'ajuntament de Sant Quirze de Besora per tal de concretar alguna mena de tracte

per tal d'aprofitar els recursos dels boscos de la zona, aconseguint un benefici econòmic i duent a terme una labor social per tal de la conservació del patrimoni natural de la zona.

Finalment, expresso la meua satisfacció a l'hora d'haver estat al darrera de la implantació de molts dels punts d'aquest document a l'empresa, fent tangible per primera vegada en tota la carrera un dels molts estudis realitzats sobre l'eficiència energètica. Sent conscient de la dificultat afegida que suposa passar del punt teòric al punt pràctic, passant per no pocs intermediaris que fan d'una implantació senzilla en un document a una implantació que s'allarga mesos, en els quals es realitzen múltiples reunions per tal d'aconseguir petites accions que facin avançar el projecte. Amb tot, expresso un altre cop la satisfacció d'haver dut a terme aquest projecte i la il·lusió de dur-ne molts més en un futur pròxim, per tal de millorar el panorama energètic actual.

11. Anàlisi econòmic

11.1. Cost enginyeria

El cost de l'enginyeria ve donat directament per les hores de dedicació al projecte que s'han invertit per a la seva conformació, per tal de mostrar realment quina ha sigut aquesta dedicació es mostra a continuació una taula amb les hores setmanals invertides en el projecte, juntament amb les hores acumulades. Finalment es representen en un gràfic per poder veure de forma més clara l'evolució del projecte.

Setmana	Temps de dedicació setmanal	Acumulat
1	70	70
2	60	130
3	60	190
4	50	240
5	30	270
6	30	300
7	40	340
8	60	400
9	40	440
10	20	460
11	20	480
12	30	510
13	40	550
14	60	610
15	40	650

Taula 95.-Temps de dedicació setmanal en hores per part de l'enginyer.

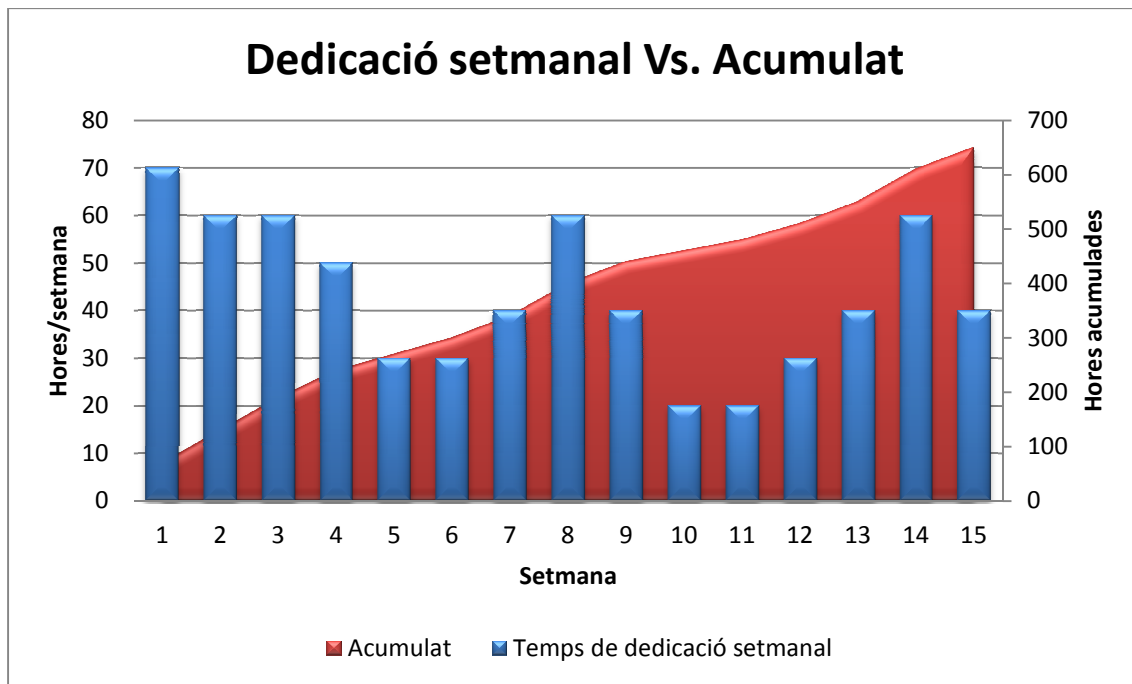


Figura 51.- Gràfic de la dedicació setmanal de l'enginyeria i hores acumulades.

Com s'observa al gràfic la dedicació no ha sigut constant ja que en les primeres tres setmanes si dediquen un promig de 60 hores, mentre la setmana 5, 6, 10 i 11 la dedicació és de 25 hores setmanals, entre mig d'aquests períodes la dedicació fluctua en funció de les hores disponibles, ja que les tasques de l'enginyer no només es centren en la realització d'aquest projecte sinó que s'han de compaginar amb altres, igualment importants. Aquesta dedicació setmanal de 43 hores ens dóna un acumulat de 650 hores en les 15 setmanes dedicades al treball. Tenint en compte que el preu just per a aquesta dedicació és de 30€/hora, ja que no tot el import obtingut generarà un benefici a l'empresa que el cobri, el cost total de l'enginyeria és de 19.500€. Aquest preu per hora s'ha extret de la base de dades del ITEC, on figura el cost mig per personal tècnic de grau mig o superior igual a 38€/hora. Tenint en compte la quantitat d'hores emprades es redueix a 30€/hora.

11.2. Anàlisi econòmic global del projecte

En aquest apartat s'agrupen les diferents implantacions considerades com a viables al llarg del treball en una taula resum on s'exposen els costos de cadascuna de forma desglossada. Afegint al final de la taula els costos d'enginyeria i l'IVA (21%) aplicable sobre el total de la inversió.

Implantació	Motiu	Unitats	Cost total
Il·luminació	Campanes Celer HIGHBAY REG. (100W)	93	13.950,0
	Tubs Led LUCECO Climate	200	3.535,0
	Campanes Celer HIGHBAY REG. (150W)	216	49.680,0
	Mà d'obra	1	2.880,0
Climatització.1	TXZ50N	2	6.548,0
	MSZ-EF25VE	2	2.360,0
	SPEZ-500YKA	1	13.700,0
	Instal·lació	10%	2.260,8
Climatització.2	Línea Missouri	1	7.986,0
	SILOSP250	1	2.016,0
	SRM11-25W (sistema transport)	1	752,0
	KIT AUTO (automatització transp.)	1	295,0
	SE90R (acoblament)	1	315,0
	Cèl·lula de pesatge	1	1.268,8
	Mà d'obra	1	1.894,9
Maquinària	Màquina desbarbar espiral G13 Lomusa	1	29.200,0
	Mà d'obra	10%	2.920,0
	Implementació temporitzadors parada	31	3.000,0
Energia solar fotovoltaica	Captador solar D330 SunEdison	430	289.390,0
	Instal·lació	10%	28.939,0
	Mà d'obra	15%	43.408,5
Estacions de recàrrega vehicles elèctrics	Punt de recàrrega eHome T1C32	2	1.329,9
	Instal·lació + Mà d'obra	1	845,0
Enginyeria			19.500,0
Total sense IVA			445.134,5
Total amb IVA			538.612,7

Taula 96.- Taula desglossament de costos totals del projecte.

El cost total de la suma d'inversions és de 538.612,7€. **Cinc-cents trenta vuit mil sis-cents dotze coma 7 euros.**

Arribat aquest punt es podria plantejar quina forma de finançament es podria establir per a dur a terme aquest pla general de millora d'eficiència energètica, però no entra dins l'àmbit d'aquest treball decidir si aquesta inversió es realitza o no i quina és la forma més eficient de realitzar-la.

A continuació s'exposen els diferents estalvis per a cada implantació realitzada per tal de veure quina és la visió general del conjunt de la inversió a nivell de temps de retorn i d'estalvi anual. No

es realitza un VAN general ja que al tindre diferents temps de vida per a cada tipus d'instal·lació no té sentit fer un VAN generalitzat, ja que no seria real.

Implantació	Estalvi net total anual (€/any)
Il·luminació	45.724,9
Climatització.1	8.033,7
Climatització.2	19.388,4
Maquinària	76.153,5
Energia solar fotovoltaica	64.021,1
Canvi de companyia elèctrica	2.988,6
Total	216.310,2

Taula 97.- Estalvi net anual segons implantació.

Així doncs realitzant un anàlisi fred sobre el conjunt d'implantacions proposades obtenim un temps de retorn de 2,45 anys, un temps de retorn assolible tot tenint en compte que hi ha implantacions que no generen un benefici en si mateixes, com és el cas dels aparcaments amb punt de recàrrega elèctrica. Altres de les implantacions com el de la instal·lació de plaques solars fotovoltaïques requereixen per si soles un temps relativament llarg de retorn ja que la inversió té un cost prou elevat, tot hi això com hi ha accions que amb una inversió molt minça ja aconsegueixen grans resultats, compensen aquestes amb beneficis més baixos.

12. Bibliografia

1. ATLAS COPCO. 2017. Products, Compressors. [Consultada el 26 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.atlascopcogroup.com/en>
2. GENERALITAT DE CATALUNYA. 2015. Oficina del Canvi Climàtic, Memòries de l'OCCC, Memòria de la direcció de Polítiques ambientals 2012. [Consultada el 15 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: http://canviclimatic.gencat.cat/ca/oficina_catalana_del_canvi_climatic/memories_occ_c/
3. AGENCIA ESTATAL BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. 2017. Real Decreto 815/2013. [Consultada el 18 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-10949>
4. AGENCIA ESTATAL BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. 2017. Real Decreto 1027/2007. [Consultada el 18 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-15820>
5. AGENCIA ESTATAL BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. 2017. Real Decreto 1005/2009. [Consultada el 19 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <https://www.boe.es/doue/2009/286/L00001-00030>
6. AGENCIA ESTATAL BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. 2017. Real Decreto 900/2015. [Consultada el 19 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-10927
7. AGENCIA ESTATAL BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. 2017. Real Decreto 056/2016. [Consultada el 19 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2016-1460
8. GECAM. 2016. Products, Dry Deburring Machines. [Consultada el 03 de febrer de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.gecam.com/>
9. GRUP D'APROFITAMENTS FUSTERS I BIOMASSA. 2017. [Consultada el 13 de febrer de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://afib.ctfc.cat/category/documents>
10. AGENCIA ESTATAL BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. 2017. Real Decreto 4991/2015. [Consultada el 23 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-4991
11. FERROLI. 2017. Calefacció. [Consultada el 04 de febrer de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.ferroli.es/>
12. MITSUBISHI ELECTRIC. 2016. Aire Acondicionado, Comercial. [Consultada el 04 de febrer de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.mitsubishielectric.es/>
13. RESISTEC. 2016. Soldadura por Resistencia. [Consultada el 10 de febrer de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.resistec.es/>
14. GRUPO AHORRA ENERGÍA. 2016. Guía auditorias energéticas. [Consultada el 15 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <https://www.maese.es/quienes-somos>
15. UNIVERSAL METAL-CLEAN. 2017. Máquinas de limpieza medio acuoso y detergentes. [Consultada el 03 de febrer de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.universalmetalclean.com/>

16. MOTOPROJECT. 2015. Sistema de lavado con infrarrojos. [Consultada el 03 de febrer de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.motoproject.es/>
17. CIRCUTOR. 2015. Productos, Medida y Control, Analizadores de redes fijos. [Consultada el 24 de febrer de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://circutor.es/es>
18. EUROPEAN COMMISSION. 2012. JOIN RESEARCH CENTRE, PVGIS, Interactive Maps, Europe. [Consultada el 03 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
19. AJUNTAMENT SANT QUIRZE DE BESORA. 2016. [Consultada el 04 d'abril de 2017]. Disponible a l'enllaç: <https://www.ajsantquirze.cat/>
20. FREDVIC. 2016. Productes, Climatització. [Consultada el 15 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.fredvic.com/index.php/ca/>
21. ALBAMELLA. 2015. Silos para camión. [Consultada el 08 d'abril de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.albamella.es/>
22. T'UVENTO. 2017. Energías Renovables, Biomasa, Silos de pellets. [Consultada el 08 d'abril de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.teuvento.com/>
23. BUDERUS. 2017. Productos, Calderas de pié. [Consultada el 27 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.buderus.es/>
24. YGNIS. 2016. Productos, Calderas Industriales. [Consultada el 28 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.ygnis.es/>
25. HEATCRAFT. 2017. Products, Overview. [Consultada el 28 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.hyfra.com/produkte/uebersicht/>
26. FRONIUS. 2017. Solar Energy, Inversores de conexión a la red. [Consultada el 21 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.fronius.es/>
27. SALTOKI. 2017. Productos, Material eléctrico, iluminación. [Consultada el 04 de febrer de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.saltoki.es/productos/material-electrico/iluminacion>
28. COEVA VIC. 2015. [Consultada el 18 de febrer de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.coevavic.com/>
29. DIELMATIC. 2016. [Consultada el 10 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <https://dielmaticwordpresscom.wordpress.com/>
30. LEDNET. 2017. Productes. [Consultada el 18 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.lednet.es/>
31. PROLUX. 2017. FICHAS TECNICAS, Campanas Industriales, Lenko 100W y 150W. [Consultada el 20 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.proluxinternacional.es/fichas-tecnicas>
32. THELEMONTREE LED. 2015. Led, Campanas Industriales Led. [Consultada el 17 de febrer de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.titled.com/>
33. SALTOKI. 2017. Iluminación, Documentos, UNE 12464.1. [Consultada el 04 de febrer de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.saltoki.es/iluminacion/docs/03-UNE-12464.1>
34. OSRAM. 2017. Productos, Tecnologia LED, Iluminación para interiores. [Consultada el 18 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: http://www.osram.es/osram_es/
35. Koniklji Philips N.V. 2017. Philips, Iluminación LED, Soluciones para profesionales, Iluminación interior, Luminarias de gran altura. [Consultada el dia 19 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.philips.es/>

36. FLUIDA INDUSTRY. 2011. Estudios de viabilidad. [Consultada el 11 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: http://www.fluidraindustry.com/sites/es/Specialities/Iluminacion_led.html
37. IGNIALIGHT. 2012. Productes, Industrial Led. [Consultada el 19 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.ignialight.com/ca>
38. MICRO Plus Germany. 2014. Iluminación terciario, Iluminación industrial, Iluminación interior, Campanas Suspendidas. [Consultada el 19 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.microplusgermany.com/>
39. CELER. 2017. Iluminación Led, Luminarias interior. [Consultada el 19 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.celerlight.com/>
40. CREE. 2016. Led Lighting, Products, High Bay. [Consultada el 23 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.cree.com/>
41. DIAL. 2017. Products, Software, DIALux. [Consultada el 04 de febrer de 2017]. Disponible a l'enllaç: <https://www.dial.de/en/dialux/>
42. LEDVANCE LLC. 2016. Applications, Industrial-Commercial, Light is productive. [Consultada el 23 de gener de 2017]. Disponible a l'enllaç: <https://www.sylvania.com/en-us/Pages/default.aspx>
43. SUNEDISON. 2016. Solar Solutions. [Consultada el 17 d'abril de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.sunedison.com/>
44. AGENCIA ESTATAL BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. 2017. Resolución de 11 de febrero de 2010, de I Secretaría de Estado de Energía, por la que se certifican los captadores solares, modelos Soltherm 2.6-H, Soltherm 1.8, Soltherm 2.0, Soltherm 2.6, fabricados por Artersa Aplicaciones Solares S.A.. [Consultada el 13 d'abril de 2017]. Disponible a l'enllaç: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2010-4353
45. PVSyst SA. 2012. Software, Download. [Consultada el 10 de març de 2017] Disponible a l'enllaç: <http://www.pvsyst.com/en/>
46. SOLARWORLD. 2016. Products, Sunmodule XL. [Consultada el 12 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç: <https://www.solarworld-uk.co.uk/products/products/solar-modules/sunmodule-plus/>
47. SOLGIRONES. 2016. [Consultada el 25 de novembre de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.solgirones.com/>
48. IDAE. 2017. Descargas. [Consultada el 15 de març de 2017] <http://cheq4.idae.es/>
49. LAPESA. 2017. ACS, ACS CAPACIDAD INDUSTRIAL. [Consultada el 20 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.lapesa.es/>
50. SOLTHERM. 2017. Product Catalogue. [Consultada el 26 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://ewi-soltherm.com/>
51. BORNAY. 2017. Productos, Aerogeneradores, Bornay. [Consultada el 16 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.bornay.com/es/productos/aerogeneradores/aerogeneradores-bornay>
52. METEOCAT. 2017. Equipaments meteorològics, Estacions meteorològiques (EMA), Mesures de la direcció i la velocitat del vent. [Consultada el 09 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.meteo.cat/observacions/xema>
53. CIRCUTOR. 2015. Productos, Recarga inteligente para vehículos eléctricos, Recarga inteligente. [Consultada el 29 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç:

<http://circutor.es/es/productos/recarga-inteligente-para-vehiculos-electricos/recarga-interior-de-vehiculos-electricos/serie-ehome-detail>

54. AGENCIA ESTATAL BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. 2017. Real Decreto 1053/2014, del 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52. [Consultada el 29 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç: <https://www.boe.es/boe/dias/2014/12/31/pdfs/BOE-A-2014-13681.pdf>
55. EFINOVATIC. 2017. CE3X. [Consultada el 08 de març de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.efinova.es/CE3X/3/>
56. PHILIPS LIGHTING HOLDING B.V. 2017. Product Information. [Consultada el 03 d'abril de 2017]. Disponible a l'enllaç: http://www.lighting.philips.com/main/prof/lighting-controls/indoor-lighting-management-systems/dynalite-sensors/913703070009_EU/product
57. PHILIPS LIGHTING HOLDING B.V. 2017. Product Information. [Consultada el 03 d'abril de 2017]. Disponible a l'enllaç: <http://www.lighting.philips.es/prof/sistemas-de-control-de-alumbrado/control-independiente-de-alumbrado-interior/occuswitch>

